

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



EFFECTO DEL ESTADO FENOLOGICO DE *Trifolium incarnatum*
EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PASTURA

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de La Universidad de La Frontera como parte de los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

JORGE EDUARDO ROMERO ESCOBAR

TEMUCO – CHILE

2006

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



EFECTO DEL ESTADO FENOLOGICO DE *Trifolium incarnatum*
EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PASTURA

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de La Universidad de La Frontera como parte de los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

JORGE EDUARDO ROMERO ESCOBAR
PROFESOR GUIA: ROLANDO DEMANET FILIPPI

TEMUCO – CHILE

2006

**EFFECTO DEL ESTADO FENOLOGICO DE *Trifolium incarnatum* EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PASTURA**

PROFESOR GUIA

: ROLANDO DEMANET FILIPPI

Ingeniero Agrónomo

Instituto de Agroindustria

Depto. de Producción Agropecuaria

Universidad de La Frontera

PROFESOR CONSEJERO

: JUAN CARLOS GARCIA DIEZ

Ingeniero Agrónomo

Instituto de Agroindustria

Depto. de Producción Agropecuaria

Universidad de La Frontera

CALIFICACION PROMEDIO TESIS

:

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el gran esfuerzo, apoyo y sacrificio realizado, que me permitió finalizar con éxito este logro académico

También, quiero dar las gracias a mi profesor guía, Sr. Rolando Demanet, por su apoyo, experiencia, comprensión y cooperación en la elaboración de esta investigación.

Finalmente, agradezco a Edith y Carlos por su ayuda y colaboración en la realización del presente trabajo.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1.	Características botánicas	3
2.2.	Ubicación Mundial, Nacional y Regional	4
2.3.	Requerimientos del cultivo	5
2.3.1.	Clima	5
2.3.2.	Suelo	5
2.4.	Asociaciones con otras especies	5
2.4.1.	Asociación con gramíneas	5
2.4.2.	Asociación con trébol subterráneo	6
2.5.	Agronomía del cultivo	7
2.5.1.	Establecimiento	7
2.5.2.	Variedades	7
2.5.3.	Dosis de semilla	8
2.5.4.	Fertilización	8
2.6.	Utilización	9
2.6.1.	Pastoreo invernal	9
2.6.2.	Conservación de forraje	10
2.6.3.	Producción de semilla	11
2.7.	Calidad	12
3.	MATERIALES Y METODOS	13

3.1.	Ubicación del ensayo	13
3.2.	Clima	13
3.3.	Suelo	13
3.4.	Tratamientos	14
3.5.	Diseño experimental	15
3.6.	Tamaño de las parcelas	15
3.7.	Preparación de suelo	15
3.8.	Siembra	15
3.9.	Fertilización	15
3.10.	Control de especies residentes	16
3.11.	Evaluaciones	16
3.11.1.	Numero de plantas/m ²	16
3.11.2.	Altura de plantas	16
3.11.3.	Cosecha de forraje	16
3.11.4.	Producción de materia verde	16
3.11.5.	Contenido de materia seca	16
3.11.6.	Producción total de materia seca	17
3.11.7.	Composición botánica	17
3.11.8.	Producción de materia seca pura de <i>Trifolium incarnatum</i>	17
3.11.9.	Efecto del rezago en el rendimiento de <i>Trifolium incarnatum</i>	17
3.11.10.	Análisis químico	17
3.11.10.1.	Proteína cruda	17
3.11.10.2.	Fibra detergente neutra	18
3.11.10.3.	Fibra detergente ácida	18
3.11.10.4.	Energía metabolizable	18
3.12.	Análisis estadístico	18
4.	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	19
4.1.	Población de plantas	19

4.2.	Altura de planta	20
4.3.	Contenido de materia seca	22
4.4.	Rendimiento total de materia seca y composición botánica	24
4.5.	Rendimiento de materia seca de <i>Trifolium incarnatum</i>	27
4.6.	Rendimiento total de materia seca y composición botánica del segundo corte	30
4.7	Efecto del rezago en el rendimiento de <i>Trifolium incarnatum</i>	31
4.8.	Energía metabolizable	33
4.9.	Contenido de proteína cruda	36
4.10.	Fibra detergente neutra y fibra detergente ácida	39
5.	CONCLUSIONES	42
6.	RESUMEN	43
7.	SUMMARY	44
8.	LITERATURA CITADA	45
9.	ANEXOS	48

INDICE DE CUADROS

En el texto

CUADRO

PAGINA

1. Descripción de los diferentes estados fenológicos de *Trifolium incarnatum*.....14
2. Población de plantas emergidas 30 días post siembra, de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos (Plantas/m²). Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....19
3. Altura (cm) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....20
4. Contenido de materia seca (%) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....22
5. Rendimiento total de materia seca (ton ms/ha) y composición botánica (%) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....24
6. Rendimiento de materia seca (ton ms/ha) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....28

7.	Rendimiento total de materia seca (ton ms/ha) y composición botánica (%) del segundo corte de una pastura de <i>Trifolium incarnatum</i> evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	30
8.	Efecto de la fecha de inicio de rezago sobre la producción pura de materia seca (ton ms/ha) del segundo corte y anual de la temporada, de una pastura de <i>Trifolium incarnatum</i> . Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	32
9.	Contenido de energía metabolizable (Mcal/kg ms) de <i>Trifolium incarnatum</i> evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	34
10.	Rendimiento de energía metabolizable por hectárea (Mcal*1000/ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	35
11.	Contenido de proteína cruda (%) de <i>Trifolium incarnatum</i> evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada	36
12.	Rendimiento de proteína cruda por hectárea (ton P.C./ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	39

13.	Contenido de FDN (%) y FDA (%) de <i>Trifolium incarnatum</i> evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	40
------------	---	----

En el Anexo

CUADRO	PAGINA
1. Composición química del suelo en el sitio del ensayo. Estación Experimental Las Encinas. Laboratorio de Análisis químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera, Temuco. 2002.....	49
2. Informe pluviométrico (mm) y valores mensuales de evaporación (mm) del año 2002, Universidad Católica de Temuco.....	50
3. Tabla de análisis de varianza de población de plantas (plantas/m ²) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	51
4. Tabla de análisis de varianza de altura (cm) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	52
5. Tabla de análisis de varianza de contenido de materia seca (%) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	53
6. Tabla de análisis de varianza de producción total de materia seca (ton ms/ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	54
7. Tabla de análisis de varianza de producción de materia seca (ton ms/ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	55

8.	Tabla de análisis de varianza de producción de materia seca del primer corte (ton ms/ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	56
9.	Tabla de análisis de varianza de producción de materia seca del segundo corte (ton ms/ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	57
10.	Tabla de análisis de varianza de producción acumulada de materia seca (ton ms/ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	58
11.	Tabla de análisis de varianza de producción de energía metabolizable por hectárea (Mcal*1000/ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	59
12.	Tabla de análisis de varianza de producción de proteína cruda por hectárea (ton P.C./ha) de <i>Trifolium incarnatum</i> , cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.....	60

INDICE DE FIGURAS

En el texto

FIGURA		PAGINA
1.	Altura (cm) de plantas de <i>Trifolium incarnatum</i> , evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	21
2.	Variación del contenido de materia seca (%) de plantas de <i>Trifolium incarnatum</i> , evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	23
3.	Variación del rendimiento total de materia seca (ton ms/ha) de una pastura de <i>Trifolium incarnatum</i> , evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	25
4.	Composición botánica de una pastura de <i>Trifolium incarnatum</i> , evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	26
5.	Variación del rendimiento de materia seca (ton ms/ha) de una pastura de <i>Trifolium incarnatum</i> , evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....	29

6. Variación en el contenido de proteína cruda (%) de una pastura de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.....37

1. INTRODUCCION

Las pasturas predominantes del secano interior de la Novena Región de la Araucanía son sucesionales, constituidas principalmente por especies naturalizadas que invaden el suelo después de las siembras de cereales, características de esa área agroecológica. En ellas se encuentran especies anuales de hoja ancha, como rábano, yuyo y arvejilla, y gramíneas, como avenilla, cola de zorro y chéptica. Estas especies, más algunas otras, constituyen mayoritariamente las praderas del sector. Entre sus características principales se pueden mencionar su baja producción de materia seca, alrededor de 2.000 kg de materia seca/ha/año, además, la mala calidad nutricional del forraje producido, factores que constituyen un freno al desarrollo ganadero de la zona.

El cultivo de trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*) constituye una alternativa forrajera para mejorar esta situación, ya que, presenta una alta versatilidad y rentabilidad para los agricultores del sur de Chile.

En el secano interior de la IX Región, esta forrajera encuentra condiciones de clima y suelo que le permiten expresar en altos rendimientos de forraje su adaptación a ellas. Además, debido al bajo costo y facilidad de establecimiento, con altas producciones y excelente calidad del forraje, éste cultivo tiene gran importancia en agricultores de todos los estratos socioeconómicos, ya que les permite establecer praderas que ofrecen forraje temprano en invierno, de buen rendimiento en pastoreo, heno o ensilaje, así como, un aporte de nitrógeno al suelo por vía simbiótica otorgándole un lugar privilegiado dentro de la rotación de cultivos del sur de Chile.

Considerando lo antes expuesto, se considera importante determinar el nivel productivo y calidad nutricional de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos.

La hipótesis planteada en ésta investigación es: El estado fenológico de las plantas de una pastura de *Trifolium incarnatum* determina el nivel de rendimiento y calidad nutricional.

El objetivo general de este ensayo es: Determinar la producción y calidad de *Trifolium incarnatum* desfoliado en 10 estados fenológicos diferentes.

Los objetivos específicos de éste estudio son los siguientes:

- ◆ Determinar el rendimiento de la pastura de *Trifolium incarnatum* evaluada en 10 estados fenológicos.
- ◆ Determinar el efecto del rezago en el rendimiento de la pastura de *Trifolium incarnatum* sembrada en un andisol del llano central de la región de la Araucanía.
- ◆ Medir la calidad nutricional de la pastura de *Trifolium incarnatum* evaluada en 10 estados fenológicos.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Características botánicas.

Bank of New South Wales (1961), indica que es una leguminosa anual de crecimiento erecto, pubescente y que alcanza una altura superior a 70 cm en el período de primavera. El sistema radical consiste en una raíz central principal sostenida por numerosas raicillas secundarias. Sobre éste, y a nivel del suelo, se forma una corona o roseta densa que da origen a los tallos.

Según Demanet *et al.*, (1989), las hojas se componen de tres folíolos de forma acorazonada suspendidas por un folíolo que es largo en las hojas inferiores y medias y que se acorta en las hojas superiores con abundante pilosidad.

Knight y Hoveland (1985), señalan que la germinación se produce durante el otoño, luego de las primeras lluvias, cuando el suelo posee una buena humedad.

Demanet *et al.*, (1989), indica que tiene la capacidad de crecer con temperaturas inferiores a las que se desarrollan la mayoría de los otros tréboles, lo que determina un crecimiento temprano en invierno, sin embargo su mayor producción de forraje se logra en primavera (octubre – noviembre)

López (1992), señala que el crecimiento termina con la formación de una inflorescencia cónica, puntiaguda con 75 – 125 florecillas, las que se abren sucesivamente desde la base hasta el ápice.

Según Demanet *et al.*, (1989), la flor es de color rojo intenso brillante, aunque también suelen aparecer flores blancas. La mayoría de estas son autofértiles, pero no se autopolinizan.

Producen una alta cantidad de néctar, por lo que las abejas al ser atraídas, mueven las flores y producen la polinización. La fecundación ocurre 18 horas luego de la polinización, en este momento se marchita la corola.

López (1992), indica que las semillas son de color amarillo, maduran entre 24 a 30 días post floración a fines de diciembre y es durante este período que la planta muere.

2.2. Ubicación Mundial, Nacional y Regional.

Según Knight y Hoveland (1985), el trébol encarnado es originario del sudeste de Europa y del suroeste del Asia Menor.

Whyte *et al.*, (1953), señala que se cultiva en Francia, Italia, Hungría, sureste de E.E.U.U. y otros países de Europa Central y Sur, además de Argentina y Chile.

Wheeler (1950), indica que es la leguminosa anual más importante del sur de E.E.U.U. Se utiliza para elaboración de heno, soiling, pastoreo, abono verde o de cobertizo.

Wheeler (1950), considera que el trébol encarnado también puede ser cultivado exitosamente como una planta anual de verano en el norte de Maine, Michigan y Minnesota. El cultivo de invierno puede extenderse a Kentucky, sur de Missouri, sur de Indiana y Ohio, dado que las variedades que se cultivan son adaptadas a estas secciones.

A nivel nacional se ubica en las regiones VIII y IX principalmente.

Ovalle *et al.*, (1997), señala que en la VIII región se distribuye en la precordillera de Ñuble y Bío – Bío, su utilización se puede extender hacia el norte en la zona húmeda por la costa hasta Cauquenes, y en el interior al sur del río Bío – Bío.

Según Demanet *et al.*, (1989) en la IX región se concentra principalmente en los suelos rojo arcilloso del secano interior y llega a ser la leguminosa anual más distribuida en la zona.

2.3. Requerimientos del cultivo.

2.3.1. Clima. Bank of New South Wales (1961), indica que el trébol encarnado se comporta bien en condiciones de alta precipitación, en zonas templadas, aunque crece más que otros tréboles en inviernos fríos, se ha demostrado que no produce adecuadamente en alturas superiores a 1.000m.

2.3.2. Suelo. Bank of New South Wales (1961), señala que se desarrolla bien en suelos que fluctúan de moderadamente ácidos (pH 5,7) a levemente alcalinos (pH 7,4) y cuya textura puede variar de franco arenosos a arcillosos. El drenaje debe ser bueno y requiere al menos un moderado nivel de fertilidad, principalmente potasio y fósforo.

Demanet *et al.*, (1989), considera que en Chile, se adapta fundamentalmente a los suelos rojo arcillosos del secano interior de la novena región.

2.4. Asociaciones con otras especies

2.4.1. Asociación con gramíneas. Demanet *et al.*, (1991), dice que la siembra asociada de trébol encarnado con ballica de comportamiento anual o avena, permite adelantar en al menos 15 días el inicio de la utilización de la pradera y aumentar la cantidad de forraje ofrecido en invierno, sin embargo, no modifica la producción total de la temporada.

La dosis de semilla en asociación es 25 kg/ha de trébol encarnado con 25 kg/ha de ballica o 60 kg/ha de avena (Demanet y García, 1992).

Demagnet *et al.*, (1991), señala que el aporte del trébol a la mezcla, es significativamente superior a la asociación con avena cv. Nehuén, superando el 50% de contribución. En las mezclas con ballicas de comportamiento anual, el aporte de trébol no supera el 30%, dada la agresividad de las ballicas, en especial, Tama y Wimmera.

Chavarría *et al.*, (1995), señala que el balance gramínea – leguminosa logrado por estas asociaciones, hace que sean una buena alternativa para el pastoreo invernal y conservación de forraje, ya sea elaboración de heno o como ensilaje en primavera.

2.4.2. Asociación con trébol subterráneo. Chavarría *et al.*, (1995), indica que la siembra asociada de estas dos especies permite obtener altas producciones de forraje en el año de establecimiento de la pradera. Además disponer en los años siguientes de una pradera de trébol subterráneo densa y productiva.

Según Demagnet (1992), las dosis de semilla más adecuadas para el establecimiento de esta asociación es 20 kg de trébol encarnado y 8 kg de trébol subterráneo por hectárea.

Demagnet (1992), considera que el establecimiento de la asociación trébol encarnado-trébol subterráneo se debe realizar en marzo, después de la ocurrencia de las primeras lluvias efectivas. Diversas son las formas en que es posible establecer esta asociación: se puede considerar la siembra en línea con ambas especies incluidas en el mismo surco, una especie en el surco y la otra al voleo o ambas especies al voleo. La determinación de usar uno u otro estará dada por el nivel de fertilidad que posee el suelo y la topografía del terreno ya que no se observan diferencias significativas en la producción.

En nuestro país no existe semilla certificada de trébol encarnado, solo es posible utilizar semilla corriente de procedencia local. En trébol subterráneo sin embargo, el cultivar de mejor adaptación a la región es Mount Barker, el que puede ser mezclado con otros cultivares disponibles en el mercado tales como, Karridale, Trikkala o Larisa, con el objeto de prolongar el ciclo de crecimiento de dicha especie (Demagnet, 1992).

Demagnet (1992), indica que la producción total de la temporada de la asociación trébol encarnado – trébol subterráneo no se afecta por el pastoreo invernal bien realizado. La elaboración de heno o ensilaje de la asociación, se debe realizar cuando el trébol encarnado se encuentre en plena floración y las flores basales no hallan sido polinizadas, época que coincide con el período de floración e inicio de la formación del canastillo de trébol subterráneo. Lo anterior permite que la producción de semilla de trébol subterráneo sea superior a 200 kg/ha, lo cual es suficiente para asegurar una buena resiembra para la siguiente temporada.

2.5. Agronomía del cultivo

2.5.1. Establecimiento. Ovalle *et al.*, (1997), indica que el trébol se debe sembrar temprano en otoño, después de las primeras lluvias efectivas en marzo. El precultivo más adecuado es un cereal y en establecimiento se debe preferir sistemas de mínima labor, no siendo recomendable utilizar potreros que sean húmedos en invierno, dado que el uso con animales en dicho período destruirá la pradera por el pisoteo.

Demagnet *et al.*, (1989), señala que la siembra se realiza habitualmente al voleo tapando la semilla con una rastra liviana (uno o dos rastrajes), en especial, cuando la disponibilidad de fósforo es sobre 12 ppm, sin embargo, existe la posibilidad de usar máquina sembradora cuidando que la profundidad de siembra no supere los 2 cm, no observándose diferencias notorias en la producción.

Según Chavarría *et al.*, (1995), profundidades mayores a 2 cm dificultan o imposibilitan la emergencia de las plántulas, lo que puede originar menor densidad y bajo rendimiento.

2.5.2. Variedades. Demagnet *et al.*, (1989), dice que en Chile no se comercializa semilla certificada de trébol encarnado, utilizándose la semilla corriente que es obtenida en su totalidad en la novena región. Esta corresponde a la selección natural de diversas variedades importadas principalmente de la variedad Dixie proveniente de Estados Unidos, en décadas pasadas.

La semilla de trébol encarnado posee un alto poder germinativo y normalmente, cuando las condiciones de humedad del suelo son adecuadas, germina el 90% de las semillas en 48 horas después de la siembra. Lo anterior, está dado por el bajo porcentaje de semillas duras que posee esta especie, producto de la escarificación que sufre durante el proceso de cosecha y selección previo al establecimiento (Demanet *et al.*, 1991).

2.5.3. Dosis de semilla. Demanet *et al.*, (1991), considera que independiente de la temporada y el sistema de siembra utilizado, la dosis con la cual se logra el mayor rendimiento de forraje es 35 kg de semilla/ha.

Chavarría *et al.*, (1995), dice que dosis superiores provocan mayor competencia entre plantas, disminución del número de tallos por planta, tallos débiles y durante el período de primavera las plantas se tienden con la consiguiente pérdida de forraje.

Según Demanet *et al.*, (1989), es conveniente inocular la semilla con el rizobio específico, en especial, cuando se establece trébol encarnado por primera vez en un área de cultivos. La peletización con carbonato de calcio, solo es necesaria en suelos cuya acidez es inferior a pH 5,8 , debido a que esta especie es tolerante a suelos de mediana acidez.

2.5.4. Fertilización. El actual éxito del trébol encarnado en los sectores de suelos rojo – arcillosos, se debe en parte, al aumento en el uso de fertilizantes en los cultivos de cereales y oleaginosas, dado que el trébol ingresa a la rotación haciendo uso del efecto residual, principalmente del fósforo y potasio (Demanet *et al.*, 1989).

Según Demanet *et al.*, (1989), para obtener un buen desarrollo del trébol, el suelo debe poseer un nivel superior a 10 ppm de fósforo y 0,35 meq/100 g de potasio, nivel residual que solo se obtiene después de uno o dos precultivos adecuadamente fertilizados, o fertilizando directamente la siembra de trébol.

De acuerdo al análisis de suelo, los requerimientos de fertilización fluctúan entre 50 y 90 kg de P_2O_5 /ha y 50 a 70 kg de K_2O /ha (Demanet *et al.*, 1989).

Chavarría *et al.*, (1995), indica que en siembras sin inoculación y en áreas donde se establece por primera vez el cultivo de trébol, será necesario aplicar una pequeña cantidad de nitrógeno (20 a 40 kg de N/ha) para permitir el desarrollo inicial de la planta.

2.6. Utilización.

Demanet y García (1992), consideran que el cultivo presenta una alta versatilidad, pudiendo ser utilizado en pastoreo invernal, corte (soiling, heno o ensilaje) y producción de semilla.

2.6.1. Pastoreo invernal. Demanet *et al.*, (1989), señala que la ventaja del trébol encarnado en comparación con otros tréboles es que en siembras realizadas oportunamente (marzo), se puede utilizar bajo pastoreo con animal liviano, a partir del 15 de Julio.

López (1992), indica que para no afectar negativamente la producción del trébol con el pastoreo invernal, se debe considerar el grado de saturación de agua del suelo, la firmeza del suelo y la presión de pastoreo.

Ovalle *et al.*, (1997), señala que presenta una buena resistencia al pisoteo de los animales, lo que permite en suelos rojo – arcillosos ser una alternativa interesante, debido a que su posterior recuperación al talajeo es excelente.

Según Demanet *et al.*, (1991), la producción del trébol no se reduce cuando el uso de la pradera no sobrepasa el mes de Septiembre. Utilizaciones más prolongadas disminuyen la capacidad de recuperación de la pradera y no permiten obtener una abundante cantidad de forraje para conservación.

La producción en invierno fluctúa entre 400 y 1.200 kg. de materia seca /ha (Julio – Agosto), siendo un forraje tierno de excelente calidad y de buena aceptación por el ganado. Además, el pastoreo invernal permite disminuir la cantidad de malezas, dejando las praderas en óptimas condiciones para su recuperación y rezago con el objeto de conservar forraje (heno o ensilaje) o producción de semilla (Demanet *et al.*, 1989).

Según Demanet *et al.*, (1991), la no utilización invernal permite un aumento de 0,71 ton. m.s /ha (28 fardos heno de 30 Kg.) en la cosecha de primavera respecto de la pradera pastoreada. Sin embargo esta producción no es significativa si se consideran los beneficios que posee el pastoreo en el período Agosto – Septiembre.

2.6.2. Conservación de forraje. Chavarría *et al.*, (1995), considera la elaboración de heno, el sistema preferido por los agricultores para conservar el forraje de trébol encarnado.

Demanet *et al.*, (1989), señala que dependiendo de la forma de utilización, la producción de forraje para corte destinado a la elaboración de heno o ensilaje, fluctúa entre 3 y 9 ton. de materia seca por hectárea. El pastoreo invernal severo, resiente el crecimiento posterior del trébol encarnado. Bajo estas condiciones, la producción primaveral no supera las 3 ton ms/ha.

Con pastoreos livianos o controlados (a salidas de invierno), ya sea utilizando una carga animal menor, o pastoreando la pradera durante un período más corto, se reduce la pérdida de plantas y se mejora el control sobre las otras especies presentes en la pradera, obteniéndose una producción en primavera de 6,7 ton. de materia seca por ha, lo que equivale a 268 fardos de 30 kg cada uno (Demanet *et al.*, 1989).

Demanet *et al.*, (1991), dice que la época más apropiada para lograr el equilibrio entre calidad y cantidad de forraje cosechado, es cuando el trébol se encuentra en plena floración y las flores basales no han sido aún polinizadas. El alto riesgo de precipitación que existe durante el mes de Noviembre, hace que la cosecha de heno se retrase a la primera quincena de Diciembre,

disminuyendo con ello la calidad del forraje cosechado utilizando como sistema alternativo, la conservación como ensilaje.

2.6.3. Producción de semilla. Una de las razones por las que el trébol encarnado ha permanecido como alternativa forrajera dentro del secano interior de la novena región, es la capacidad de producir semilla en abundancia, incluso bajo condiciones relativamente adversas. Por ser una especie de polinización cruzada, los insectos polinizadores son fundamentales en la producción de semilla (Demagnet *et al.*, 1989).

Demagnet *et al.*, (1991) considera de gran importancia regular tanto el período de utilización como la carga animal, dado que la sobre utilización y la extensión del período de uso del trébol puede afectar el desarrollo de los puntos de crecimiento reproductivo de la planta, disminuyendo la capacidad de recuperación y producción de flores y semilla. La investigación desarrollada por Carillanca en Traiguén, ha demostrado que la extensión del período de utilización invernal más allá del 25 de Septiembre, provoca una disminución superior al 80% en la producción de semilla, respecto a la alcanzada con rezagos inferiores.

La cosecha se puede realizar con una trilladora automotriz con las plantas en pie o segadas previamente. Si se cosecha la semilla de las plantas cortadas previamente, se debe realizar cuando las tres cuartas partes de la semilla ha tomado un color dorado oscuro. Las pérdidas de semilla por desgrane, en este caso, pueden superar el 50% si las plantas se encuentran secas y son removidas (Demagnet *et al.*, 1989).

En nuestra región existen producciones superiores a 800 kg. de semilla /ha, sin embargo la mayor parte de los agricultores logran un rendimiento que fluctúa entre 300 y 500 kg. de semilla /ha, y en algunos casos hasta 800 kg./ha (Demagnet *et al.*, 1989).

2.7. Calidad.

Demagnet y García (1992), indican que la época más apropiada para lograr el equilibrio entre calidad y cantidad de forraje cosechado para elaborar heno o ensilaje, es cuando el trébol se encuentra en plena floración y las flores basales no han sido aún polinizadas.

Demagnet *et al.*, (1991), señala que en estados más avanzados, la calidad y en especial el contenido de proteína de la pradera disminuye bruscamente llegando a valores inferiores a 11%.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del ensayo

La investigación fue realizada durante el periodo Abril - Diciembre del año 2002, en la Estación Experimental Las Encinas perteneciente al Instituto de Agroindustria de la Universidad de la Frontera, ubicado en el llano Central de la Región de la Araucanía, Comuna de Temuco, Provincia de Cautín (38°44' latitud sur y 72°35' longitud oeste a 100 m.s.n.m.).

3.2. Clima

La Estación Experimental Las Encinas, presenta un clima mediterráneo frío templado, que se caracteriza por bajas temperaturas en invierno. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas medias anuales de 10°C, con una máxima de 21,5°C correspondiente al mes de enero y una mínima de 2,3°C en el mes de julio. El período libre de heladas se extiende desde diciembre a febrero. El déficit hídrico es de tres a cuatro meses. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual que fluctúa entre 1.200 y 1.500 mm, donde mayo corresponde al mes mas lluvioso con 236,6 mm (Rouanet *et al.*,1988). La pluviometría del período comprendido entre los meses de Abril de 2002 (siembra) a Diciembre de 2002 (último corte del ensayo), se describe en el Anexo 2.

3.3. Suelo

Corresponde a un Andisol, perteneciente a la serie Temuco. Los suelos que presenta esta serie se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas modernas, presentando una topografía plana, con pendiente de 1 a 3%, son delgados a moderadamente profundos, de drenaje bueno a

imperfecto en áreas deprimidas. Su textura es media y de color pardo amarillento (Mella y K uhne, 1983). La composición química del suelo previo a la siembra, se presenta en el Anexo 1.

3.4. Tratamientos

Durante la presente temporada se evaluaron 10 estados fenológicos con tres repeticiones cada uno, analizando rendimiento y calidad para cada tratamiento. En el Cuadro 1 se describen los diferentes estados fenológicos de *Trifolium incarnatum*.

Cuadro 1. Descripción de los diferentes estados fenológicos de *Trifolium incarnatum*.

Estado fenológico	Descripción
2 hojas	Trébol presenta 2 hojas verdaderas desplegadas.
3 hojas	Trébol presenta 3 hojas verdaderas desplegadas.
4 hojas	Trébol presenta 4 hojas verdaderas desplegadas.
Inicio floración	Pastura presenta un 25% de flores visibles.
50% floración	Pastura presenta un 50% de flores visibles.
100% floración	Pastura en completa floración, presenta un 100% de flores visibles.
3/4 polinización	Flor, cambia en 75% coloración rojo intenso brillante a violeta desde la base al ápice.
Inicio formación de grano	Flor, cambia en 25% coloración violeta a café claro desde la base al ápice.
Grano pastoso	Grano formado, pero disgregable a presión manual.
Grano duro	Grano en madurez fisiológica, totalmente duro y no disgregable a presión manual.

3.5. Diseño experimental

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones.

3.6. Tamaño de las parcelas

La superficie de las parcelas fue de 10 m^2 (2 x 5m).

3.7. Preparación de suelo

El suelo fue roturado y preparado en forma convencional. El precultivo fue pradera naturalizada.

3.8. Siembra

Se realizó el día 03 de Abril de 2002, dicha labor se efectuó en forma manual en línea con distancia de plantación entre hilera de 20 cm. La dosis de semilla utilizada fue de 40 kg/ha.

3.9. Fertilización

La fertilización consideró la aplicación previa de 1 tonelada de Dolomita (Magnecal) por hectárea 10 días antes de la siembra. Posterior a esto se aplicó junto con la semilla una dosis de 138 kg de P_2O_5 /ha (300 kg/ha de Superfosfato triple), 66 kg de K_2O /ha (300 kg/ha de Sulpomag), 66 kg de S/ha (300 kg/ha de Sulpomag) y 54 kg de MgO/ha (300 kg/ha de Sulpomag).

3.10. Control de especies residentes

El control químico se realizó en post emergencia el día 20 de Agosto de 2002, con una dosis de 250 cc/ha de Cianazina (Fortrol) en 200 litros de agua.

3.11. Evaluaciones

3.11.1. Numero de plantas/m². Para determinar este parámetro se considero una superficie de muestreo de 0.2 m²/parcela. Esta medición se realizó el día 03 de Mayo de 2002 para cada una de las parcelas.

3.11.2. Altura de plantas. Se obtuvo al realizar cada corte, realizando tres mediciones, para luego obtener un promedio. Se midió desde la base hasta la altura promedio de las plantas.

3.11.3. Cosecha de forraje. Se realizó en forma manual con tijerones, utilizando el método del cuadrante de sección rectangular de 0.6 m², con el cual se tomo una muestra al azar de cada parcela dejando una altura de residuo de 3 cm.

3.11.4. Producción de materia verde. Las muestras obtenidas de cada corte fueron pesadas en estado verde con el propósito de obtener la producción total de forraje verde, expresado en ton mv/ha.

3.11.5. Contenido de materia seca. Del material verde obtenido de cada parcela se extrajo una submuestra para la determinación del porcentaje de materia seca. La submuestra fue pesada en verde y luego fue sometida a deshidratación en un horno de ventilación forzada por 48 horas a 65 °C. Para determinar el contenido de materia seca (%), se dividió el peso seco de la submuestra por el peso verde de la misma.

3.11.6. Producción total de materia seca. Se obtuvo al multiplicar el porcentaje de materia seca por la producción de materia verde y se expresó en ton ms/ha.

3.11.7. Composición botánica. Posterior a cada corte se tomó una submuestra por cada parcela, de la cual se procedió a separar las especies presentes de *Trifolium incarnatum* y especies residentes. Cada una de las fracciones obtenidas fueron ingresadas a un horno de ventilación forzada por 48 horas a 65 °C. La composición botánica se obtuvo al relacionar el peso seco de cada fracción con el peso seco total de la submuestra y se expresó en porcentaje.

3.11.8. Producción de materia seca pura de *Trifolium incarnatum*. Se obtuvo al relacionar la producción total de materia seca de la pastura con el porcentaje de trébol obtenido en la composición botánica, y se expresó en ton ms/ha.

3.11.9. Efecto del rezago en el rendimiento de *Trifolium incarnatum*. Se midió el efecto de diferentes épocas de rezago a la que fue sometida la pastura, sobre la producción de materia seca por hectárea, del segundo corte, efectuado cuando las plantas se encontraban en plena floración, y la acumulada de ambos cortes, expresándose en ton ms/ha.

3.11.10. Análisis químico. Los valores de composición química del forraje se obtuvieron de las submuestras sometidas a secado a 65 °C, las cuales fueron molidas con un molino marca Wiley provisto de un tamiz de 1,5 mm. Las muestras molidas se mezclaron completamente y fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta del Instituto de Agroindustria de la Universidad de la Frontera, para la determinación de energía metabolizable, proteína cruda, fibra detergente ácida y fibra detergente neutra.

3.11.10.1. Proteína cruda. Para la determinación de la proteína se utilizó el método de Micro Kjeldahl, el cual permite obtener el porcentaje de nitrógeno total de la muestra, y en base al factor de conversión 6,25 se obtuvo el porcentaje de proteína cruda.

3.11.10.2. Fibra detergente neutra. Se determinó mediante el método de Goering y Van Soest, el cual se basa en la capacidad de los detergentes para solubilizar proteínas y evitar así su interferencia en el aislamiento de la fibra. El análisis se realiza mediante la extracción con detergente neutro que determina la fibra insoluble o total. Este residuo contiene los principales componentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina), así como proteína y nitrógeno fijado en la pared celular.

3.11.10.3. Fibra detergente ácida. El análisis se determinó mediante el método de Goering y Van Soest, el cual se basa en la extracción con detergente ácido, aislando la celulosa, lignina, cutina, minerales insolubles, y otros componentes indigeribles, mediante la solubilización de la hemicelulosa y la proteína de la pared celular.

3.11.10.4. Energía metabolizable. Para calcular la energía metabolizable se aplicó una ecuación de regresión lineal usando el valor de la fibra detergente ácida.

3.12. Análisis estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente en el programa computacional JMP a través de análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) fueron comparados mediante la Prueba de comparación Múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 5%.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Población de plantas.

En el Cuadro 2 se presenta la población de plantas emergidas 30 días post siembra, de la especie *Trifolium incarnatum* evaluada en 10 estados fenológicos.

Cuadro 2. Población de plantas emergidas 30 días post siembra, de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos (Plantas/m²). Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Población de plantas
2 hojas	648 a
3 hojas	635 a
4 hojas	700 a
Inicio floración	692 a
50% floración	632 a
100% floración	667 a
3/4 polinización	650 a
Inicio formación de grano	663 a
Grano pastoso	667 a
Grano duro	648 a
Promedio	660

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey (P<0,05).

Al observar la población de plantas emergidas, se puede apreciar (Anexo 3) que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (P>0,05). La población fluctuó entre 632 y 700 plantas/m², correspondiendo éstas a los estados fenológicos 50% de floración y 4 hojas, respectivamente; y alcanzando un promedio de 660 plantas/m².

Lloveras e Iglesias (2001), con una dosis de siembra de 25 kg de semilla/ha del cultivar Mosteiro obtuvieron una población de 520 plantas/m², la cual es menor a la obtenida en la presente evaluación. Situación atribuible a la menor dosis de semilla utilizada por los investigadores, en comparación a los 40 kg de semilla/ha usados en este ensayo. Sin embargo, según Chavarría *et al.*, (1995), las siembras demasiado densas no proporcionan más forraje en el largo plazo, ya que se provoca una mayor competencia entre plantas, disminución del número de tallos por planta, tallos débiles y durante el período de primavera las plantas se tienden con la consiguiente pérdida de forraje.

4.2. Altura de planta.

La altura promedio alcanzada por las plantas de trébol en los distintos estados fenológicos al momento del corte, fluctuaron entre 8 cm y 58 cm para los estados de 2 hojas y grano duro, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Altura (cm) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Altura (cm)
2 hojas	8 e
3 hojas	12 e
4 hojas	20 d
Inicio floración	37 c
50% floración	50 b
100% floración	61 a
3/4 polinización	60 a
Inicio formación de grano	60 a
Grano pastoso	59 a
Grano duro	58 a

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey (P<0,05).

Como se observa en la Figura 1, existió un continuo aumento en la altura de las plantas con el avance de la madurez, hasta el estado 100% floración, a partir de éste, se produjo una leve disminución de altura en los últimos cortes. El análisis de varianza (Anexo 4) a los datos observados, reveló que en algunos cortes, los estados fenológicos presentaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3). El aumento de la altura fue significativo ($P < 0,05$), a partir del tercer estado hasta el tratamiento 100% floración, posterior a este estado fenológico se produjo una disminución en la altura de las plantas en los cuatro últimos cortes, pero, no presentaron diferencias estadísticas significativas con el estado 100% floración ($P > 0,05$).

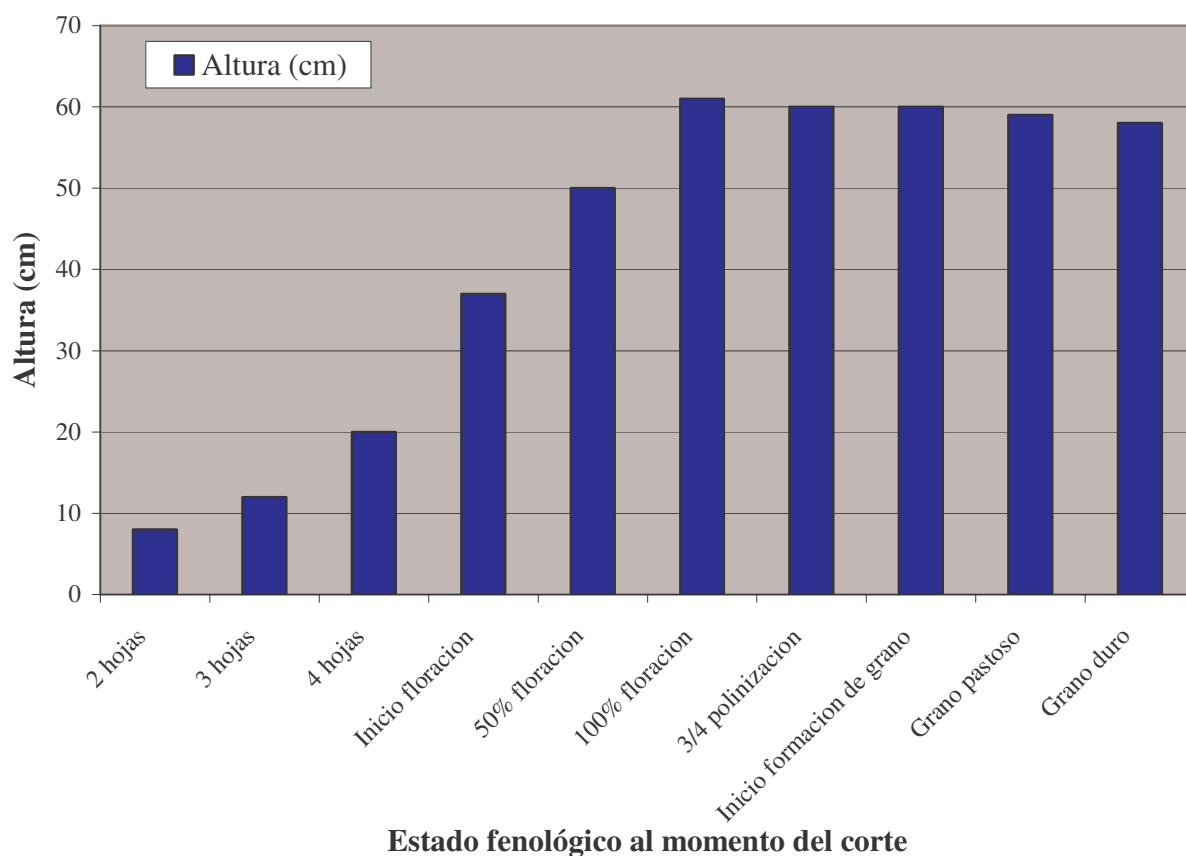


Figura 1. Altura (cm) de plantas de *Trifolium incarnatum*, evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

La altura máxima alcanzada por las plantas de trébol de 61 cm en el estado fenológico 100% floración, concuerda con valores obtenidos por Chavarría *et al.*, (1995), quién, obtuvo valores superiores a 60 cm en el periodo de primavera. Por el contrario, estudios anteriores realizados por Demanet *et al.*, (1989) y Bank of New South Wales (1961), reportan valores superiores a 70 cm obtenidos en la etapa de floración, sin embargo presentan la misma tendencia observada en la Figura 1.

4.3. Contenido de materia seca.

En el Cuadro 4 se presentan los contenidos de materia seca promedio, de los diferentes estados fenológicos de *Trifolium incarnatum*, al momento del corte. El contenido de materia seca fluctuó entre 11,8% y 66,0%, valores que van desde el estado 2 hojas a Grano duro, respectivamente.

Cuadro 4. Contenido de materia seca (%) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Contenido de materia seca (%)
2 hojas	11,8 e
3 hojas	11,8 e
4 hojas	11,8 e
Inicio floración	12,7 e
50% floración	12,9 e
100% floración	13,3 de
3/4 polinización	15,4 d
Inicio formación de grano	17,8 c
Grano pastoso	27,9 b
Grano duro	66,0 a

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey (P<0,05).

Como se observa en la Figura 2, existe un incremento en el contenido de materia seca con el avance de la madurez. Esto se debe a cambios fisiológicos, donde las plantas se enriquecen en tejidos estructurales, concentran los contenidos citoplasmáticos, y como consecuencia reducen progresivamente su contenido de agua.

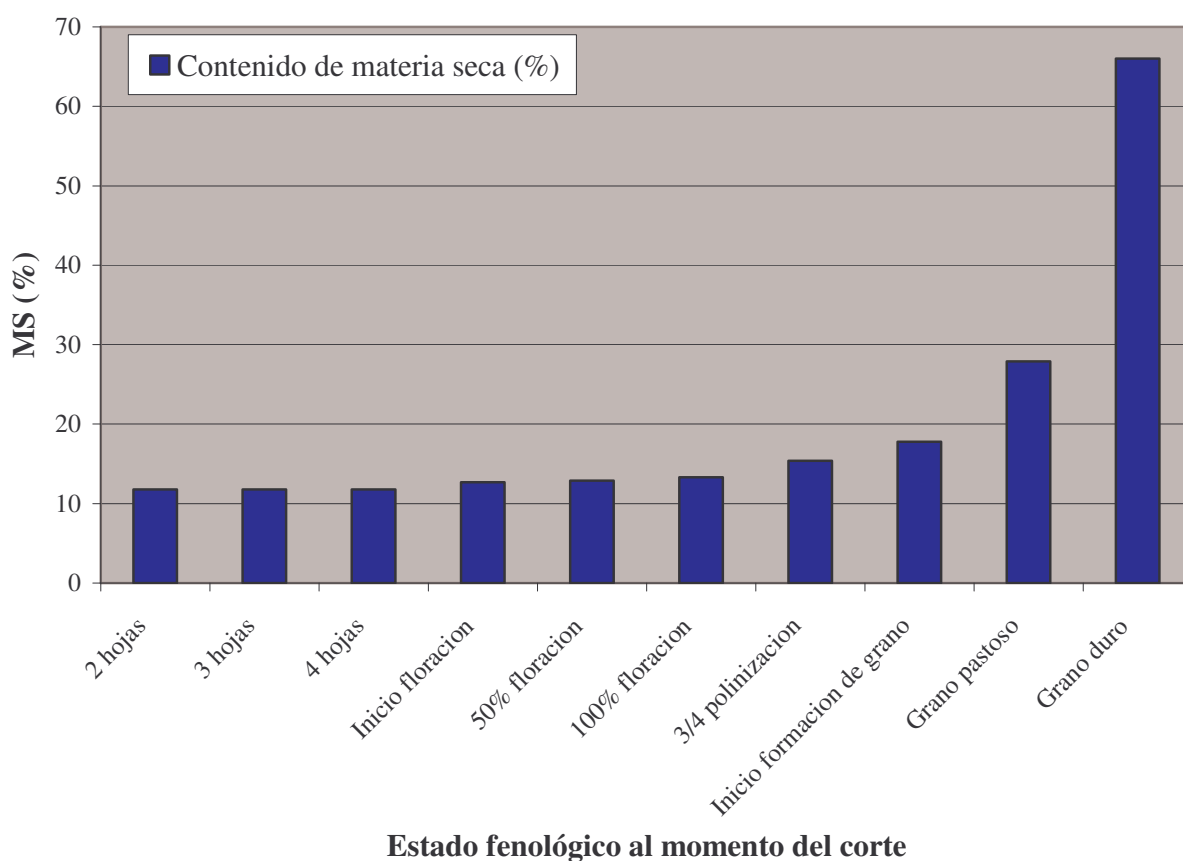


Figura 2. Variación del contenido de materia seca (%) de plantas de *Trifolium incarnatum*, evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Según el análisis de varianza (Anexo 5), solo algunos estados fenológicos presentaron diferencias estadísticas significativas. Desde el estado fenológico 2 hojas hasta el estado 100%

floración, no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P>0,05$). El aumento del contenido de materia seca fue significativo ($P<0,05$), a partir del estado 3/4 polinización hasta el estado fenológico Grano duro, respectivamente, siendo este último el que presenta el mayor nivel de materia seca de los diferentes tratamientos.

Al comparar el contenido de materia seca de *Trifolium incarnatum* cosechado en el estado fenológico 100% floración de este estudio, con el resultado obtenido por Whyte *et al.*, (1953), se puede mencionar, que en esta investigación se obtuvo un contenido de materia seca inferior. Esto puede estar relacionado con las altas precipitaciones primaverales que se presentaron durante los meses de cosecha del forraje, que contribuyeron a disminuir el contenido de MS del estado fenológico señalado (Anexo 2).

4.4. Rendimiento total de materia seca y composición botánica.

Cuadro 5. Rendimiento total de materia seca (ton ms/ha) y composición botánica (%) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Rendimiento total	Composición botánica	
	(ton ms/ha)	<i>Trifolium incarnatum</i>	Especies residentes
2 hojas	0,61 f	86	14
3 hojas	0,92 f	89	11
4 hojas	1,57 f	94	6
Inicio floración	3,59 e	96	4
50% floración	5,48 d	98	2
100% floración	7,80 c	98	2
3/4 polinización	8,40 c	97	3
Inicio formación de grano	8,90 bc	98	2
Grano pastoso	10,55 b	95	5
Grano duro	13,20 a	94	6

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey ($P<0,05$).

En el Cuadro 5 se presenta el rendimiento total de materia seca y composición botánica de una pastura de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos.

La producción total de materia seca fluctuó entre 0,61 y 13,2 ton ms/ha, valores obtenidos desde el estado 2 hojas a Grano duro, respectivamente. Como se observa en la Figura 3, el rendimiento de materia seca total aumentó con el avance de la madurez. El análisis de varianza (Anexo 6), indica que, en la producción de materia seca total durante la temporada de estudio, solo algunos estados fenológicos presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre sí (Cuadro 5).

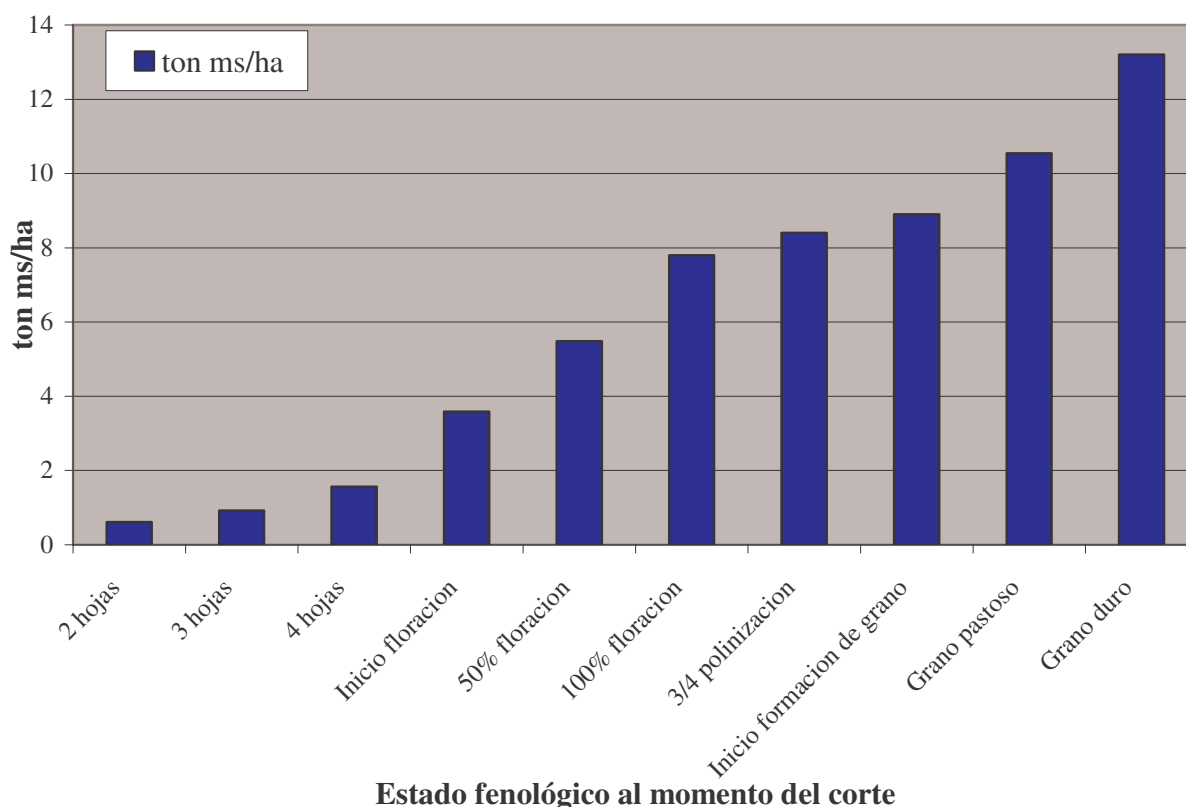


Figura 3. Variación del rendimiento total de materia seca (ton ms/ha) de una pastura de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

En los tres primeros estados fenológicos no se observan diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). Esto se debe, principalmente, a bajas temperaturas registradas en los meses de Agosto y principios de Septiembre, a causa de continuas heladas, que afectaron el crecimiento del trébol. El aumento en el rendimiento total de materia seca fue significativo ($P<0,05$), a partir del tratamiento Inicio floración hasta el estado 100% floración, posterior a este corte, hubo un leve incremento de la producción en los dos tratamientos siguientes, los cuales no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$) con el estado 100% floración, pero sí, con el estado fenológico Grano duro, ya que, obtuvo una mayor producción de materia seca que los tratamientos anteriores.

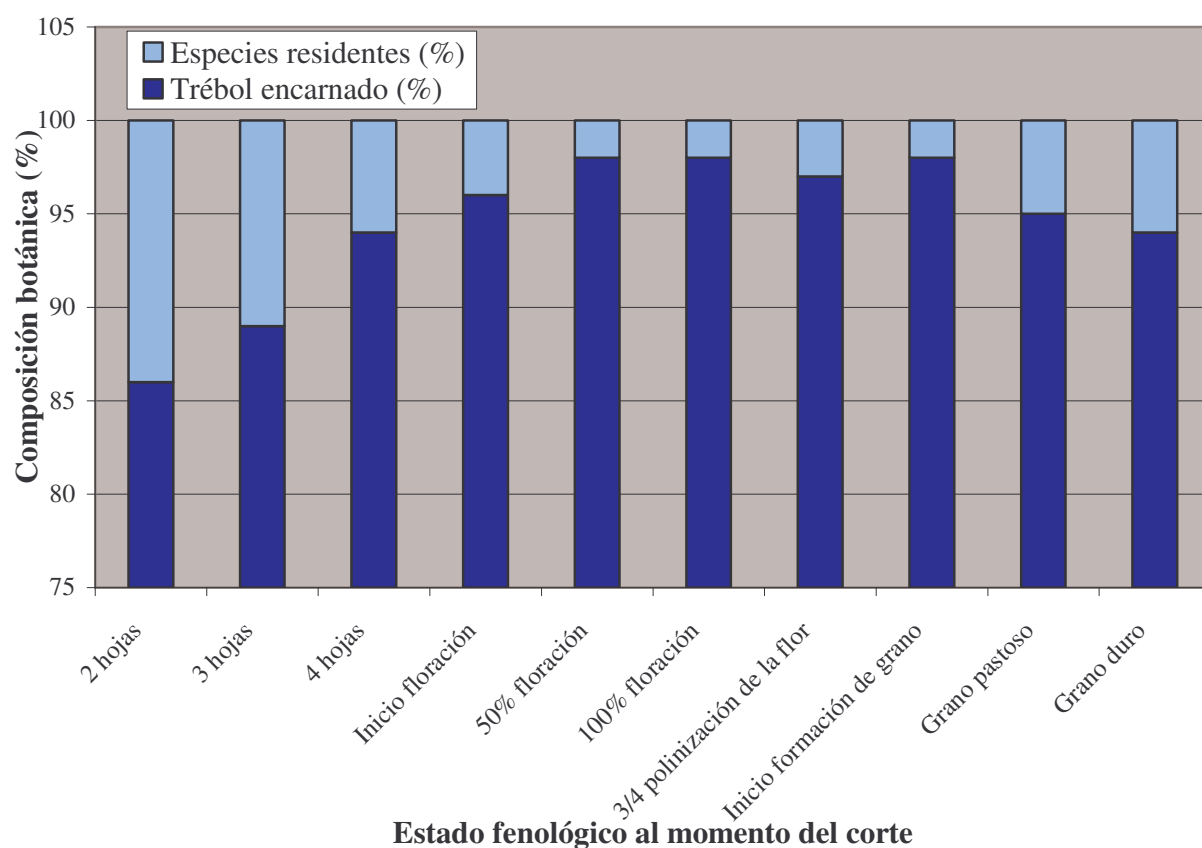


Figura 4. Composición botánica de una pastura de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

En relación a la contribución de las especies residentes a la producción total de materia seca en los diferentes estados fenológicos (Cuadro 5), se puede apreciar el bajo aporte que presentaron a la producción en la mayoría de los tratamientos, observándose valores entre 2% y 14%, para los estados 50% floración, 100% floración e Inicio formación de grano y 2 hojas, respectivamente.

El mayor aporte inicial de especies residentes a la composición botánica (Figura 4), se debe principalmente al lento crecimiento que experimenta el trébol en sus primeros estados de desarrollo, característica que le confiere un bajo poder de competencia con las demás especies forrajeras naturalizadas presentes en el ensayo. Un efectivo control químico de malezas y un aumento de la temperatura ambiental, permitieron acelerar el desarrollo y la fenología de la pastura, con lo cual, se produjo un rápido cubrimiento de suelo y una entrega de forraje libre de especies residentes, compuesta casi en su totalidad de trébol encarnado. Un leve aumento en el porcentaje de aporte de especies residentes a la pastura en sus estados fenológicos finales, se debió a la aparición de malezas de verano las cuales no encontraron competencia, ya que, las plantas de trébol se encontraban en su etapa de senescencia.

4.5. Rendimiento de materia seca de *Trifolium incarnatum*.

En el Cuadro 6 se presenta el rendimiento de materia seca promedio de la especie pura, de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos.

La producción de materia seca fluctuó entre 0,47 y 12,46 ton ms/ha, valores obtenidos desde el estado fenológico 2 hojas a Grano duro, respectivamente. Como se puede observar en la Figura 5, existe un claro aumento de la producción de materia seca con el avance de los estados de desarrollo de la pastura. El análisis de varianza (Anexo 7), indica que, en la producción de materia seca durante la temporada de estudio, solo algunos estados fenológicos presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre sí (Cuadro 6).

En los tres primeros estados fenológicos no se observan diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). Esto se debe, principalmente, a bajas temperaturas registradas en los meses de Agosto y principios de Septiembre, a causa de continuas heladas, que afectaron el crecimiento del trébol. El aumento en el rendimiento total de materia seca fue significativo ($P<0,05$), a partir del tratamiento Inicio floración hasta el estado 100% floración, posterior a este corte, hubo un leve incremento de la producción en los dos tratamientos siguientes, los cuales no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$) con el estado 100% floración, pero sí, con el estado fenológico Grano duro, ya que, obtuvo una mayor producción de materia seca que los tratamientos anteriores.

Cuadro 6. Rendimiento de materia seca (ton ms/ha) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	ton ms/ha
2 hojas	0,47 f
3 hojas	0,82 f
4 hojas	1,48 f
Inicio floración	3,43 e
50% floración	5,37 d
100% floración	7,67 c
3/4 polinización	8,18 c
Inicio formación de grano	8,69 bc
Grano pastoso	10,07 b
Grano duro	12,46 a

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey ($P<0,05$).

La producción invernal de materia seca por hectárea de esta investigación en el mes de Agosto, fluctuó entre 0,47 y 0,82 ton ms/ha, valores inferiores que no concuerdan con los obtenidos por Demanet *et al.*, (1989), quién obtuvo una producción de 0,40 y 1,20 ton ms/ha en los meses de Julio y Agosto. Esto se debe, principalmente, a bajas temperaturas registradas en los

meses de Agosto y principios de Septiembre, a causa de continuas heladas, que afectaron el crecimiento del trébol y por ende, su producción de materia seca.

Al comparar el rendimiento de materia seca de *Trifolium incarnatum* evaluado en el estado fenológico 100% floración, con los resultados obtenidos por diversas investigaciones anteriores (Demagnet *et al.*, 1989; Demagnet y García, 1992; Chavarría *et al.*, 1995), se tiene que en esta investigación, se logró un rendimiento de materia seca inferior, el cual, alcanzó las 7,67 ton ms/ha y no las producciones obtenidas en los estudios antes mencionados, las cuales fluctuaron entre 8,5 y 9,26 ton ms /ha, cosechadas en plena floración de la pastura.

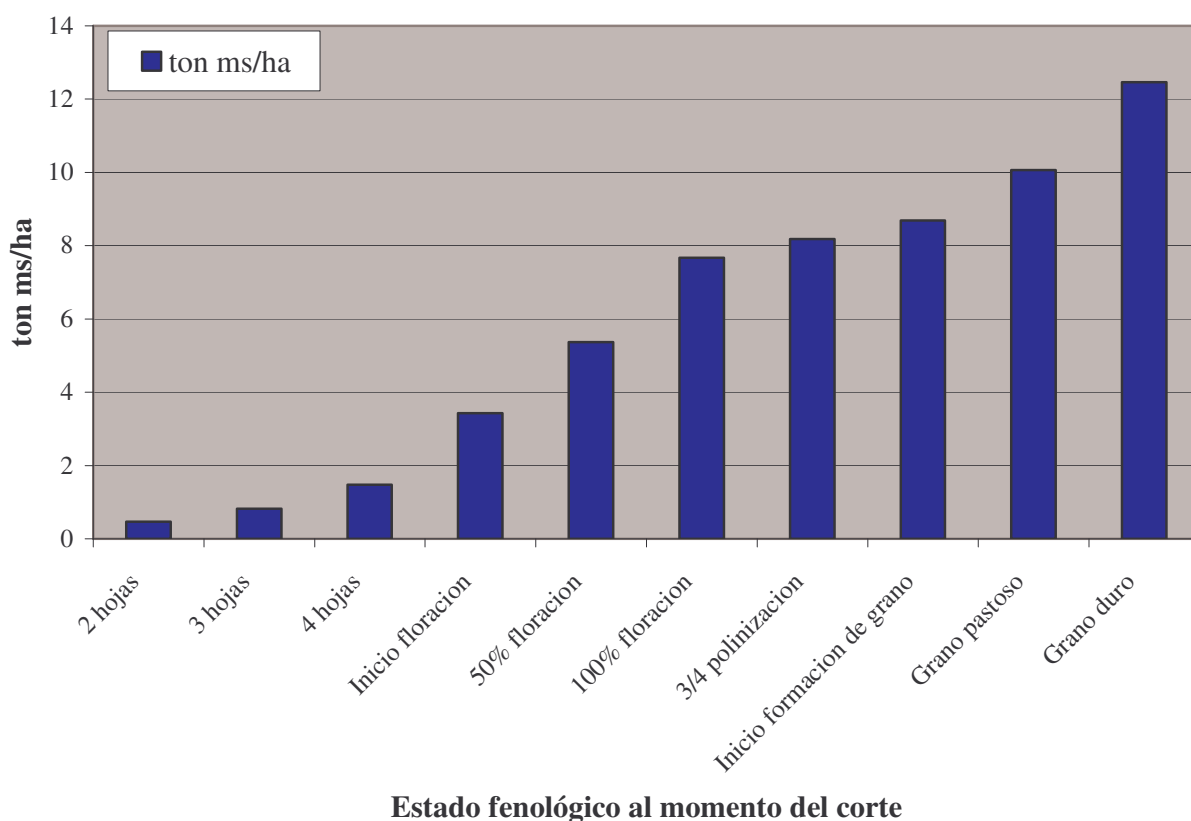


Figura 5. Variación del rendimiento de materia seca (ton ms/ha) de una pastura de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Las precipitaciones (Anexo 2) durante Octubre y Noviembre del año 2002 correspondieron a 264% y 86% de un año normal, respectivamente, lo cual contribuyo a disminuir el contenido de materia seca de las plantas de trébol encarnado, factor muy importante y directamente relacionado en el calculo de producción de materia seca en ensayos de pradera, por lo que, pudo haber contribuido a la obtención de una producción de materia seca inferior a los estudios antes señalados.

4.6. Rendimiento total de materia seca y composición botánica del segundo corte.

En el Cuadro 7 se presenta el rendimiento total de materia seca y composición botánica del segundo corte de una pastura de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos.

Cuadro 7. Rendimiento total de materia seca (ton ms/ha) y composición botánica (%) del segundo corte de una pastura de *Trifolium incarnatum* evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Fecha Inicio rezago	1° corte (ton ms/ha)	2° corte (ton ms/ha)	Composición botánica	
				<i>T. incarnatum</i>	Sp. residentes
2 hojas	19 Agosto	0,61	6,59 a	98	2
3 hojas	30 Agosto	0,92	6,05 ab	96	4
4 hojas	13 Septiembre	1,57	5,65 b	95	5
Inicio floración	01 Octubre	3,59	-	-	-
50% floración	22 Octubre	5,48	-	-	-
100% floración	04 Noviembre	7,80	-	-	-
3/4 polinización	13 Noviembre	8,40	-	-	-
Inicio formación de grano	22 Noviembre	8,90	-	-	-
Grano pastoso	09 Diciembre	10,55	-	-	-
Grano duro	27 Diciembre	13,20	-	-	-

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey (P<0,05).

El efecto de las diferentes épocas de rezago sobre el rendimiento total del segundo corte (Cuadro 7), efectuado para todos los tratamientos cuando la pastura se encontraba en plena floración, arrojó solo en algunas fechas (Anexo 8), diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$). Al analizar los rendimientos de materia seca obtenidos, se observa una disminución en la producción a medida que avanzan las fechas de rezago a la que fue sometida la pastura. Los rendimientos obtenidos en los rezagos del mes de Agosto no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre sí. La producción alcanzada en el segundo corte en el estado fenológico 4 hojas no tuvo diferencia estadística ($P > 0,05$) con el estado 3 hojas, pero sí, con el tratamiento 2 hojas, presentando una diferencia de 0,94 ton ms/ha.

En relación a la contribución de las especies residentes a la producción total de materia seca del segundo corte en los diferentes estados fenológicos (Cuadro 7), se puede apreciar el bajo aporte que presentaron a la producción en la mayoría de los tratamientos, observándose valores entre 2% y 5%, debido principalmente al efectivo control químico de malezas y al rápido rebrote de la pastura, gracias a los carbohidratos acumulados en la corona de las plantas de trébol.

4.7. Efecto de diferentes épocas de rezago en el rendimiento de *Trifolium incarnatum*.

En el Cuadro 8 se presenta el efecto de diferentes épocas de rezago a la que fue sometida la pastura de *Trifolium incarnatum*, sobre la producción de materia seca pura por hectárea, del segundo corte, efectuado cuando las plantas se encontraban en plena floración y la producción anual de la temporada.

El efecto de las diferentes épocas de rezago sobre el segundo corte (Cuadro 8), efectuado para todos los tratamientos cuando la pastura se encontraba en plena floración, arrojó solo en algunas fechas (Anexo 9), diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$). Al analizar los rendimientos de materia seca obtenidos, se observa una disminución en la producción a medida que avanzan las fechas de rezago a la que fue sometida la pastura. Los rendimientos obtenidos en los rezagos realizados en el mes de Agosto sí tuvieron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre sí,

presentando una diferencia de 0,58 ton ms/ha entre tratamientos. La producción alcanzada en el segundo corte cuando la pastura fue rezagada en el mes de Septiembre, no presentó diferencia estadística ($P>0,05$) con el rezago efectuado el 30 de Agosto, pero sí, con el realizado el 19 de Agosto.

Cuadro 8. Efecto de la fecha de inicio de rezago sobre la producción pura de materia seca (ton ms/ha) del segundo corte y anual de la temporada, de una pastura de *Trifolium incarnatum*. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado fenológico	Fecha	Primer corte (ton ms/ha)	Segundo corte (ton ms/ha)	Producción anual (ton ms/ha)
	Inicio rezago			
2 hojas	19 Agosto	0,47	6,41 a	6,88 de
3 hojas	30 Agosto	0,82	5,83 b	6,65 de
4 hojas	13 Septiembre	1,48	5,35 b	6,83 de
Inicio floración	01 Octubre	3,43	-	3,43 f
50% floración	22 Octubre	5,37	-	5,37 e
100% floración	04 Noviembre	7,67	-	7,67 cd
3/4 polinización	13 Noviembre	8,18	-	8,18 c
Inicio formación de grano	22 Noviembre	8,69	-	8,69 bc
Grano pastoso	09 Diciembre	10,07	-	10,07 b
Grano duro	27 Diciembre	12,46	-	12,46 a

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey ($P<0,05$).

El análisis de varianza (Anexo 10), realizado a la producción de materia seca anual, indica que, durante la temporada de estudio, solo algunos tratamientos (Cuadro 8), presentaron diferencias estadísticas significativas ($P<0,05$). Los rendimientos de materia seca totales obtenidos en las tres primeras épocas de rezago, no fueron significativos ($P>0,05$) entre sí, ni tampoco con las producciones obtenidas el 22 de Octubre y 04 de Noviembre. Sin embargo, cuando la pastura fue cosechada a partir del 13 de Noviembre y sometida a corte único, las producciones anuales obtenidas superaron estadísticamente ($P<0,05$) a los rendimientos totales alcanzados en los rezagos efectuados en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre. La mayor

producción de materia seca se obtuvo en el estado fenológico Grano duro, cosechado el 27 de Diciembre con una producción de 12,46 ton ms /ha, esto demuestra que a mayor rezago mayor es la producción de materia seca obtenida, debido principalmente al mayor contenido de materia seca que presenta la pastura a medida que avanza en madurez.

Demagnet *et al.*, (1989), obtuvo una producción de 9,1 ton ms/ha en una pastura sometida a rezago durante todo el invierno y que fue cosechada en noviembre cuando se encontraba en plena floración, rendimiento superior al obtenido en esta investigación el cual alcanzó 7,67 ton ms/ha a igual estado fenológico, situación atribuible a la mayor altura alcanzada por las plantas, las cuales superaron los 70 cm y no los 60 cm obtenidos en este estudio.

Según Demagnet y García (1992), el período de uso invernal no se debe extender más allá del 15 de Septiembre. Utilizaciones posteriores hacen disminuir el rendimiento del forraje cosechado en primavera y total de la temporada. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que, el corte realizado el 01 de Octubre permitió aumentar la producción de materia seca del primer corte, sin embargo, la recuperación de la pastura fue nula, debido principalmente a que el trébol encarnado se encontraba en estado reproductivo.

4.8. Energía metabolizable.

La calidad del forraje para los distintos tratamientos, los cuales fueron cosechados en diferentes estados fenológicos de *Trifolium incarnatum*, expresados en base a su contenido de energía metabolizable, se presenta en el Cuadro 9. El contenido de energía metabolizable fluctuó entre 1,60 y 2,93 Mcal/kg ms, valores obtenidos desde el estado fenológico Grano duro a 2 hojas, respectivamente.

En esta investigación la disminución del contenido de energía metabolizable se mantuvo hasta el estado 3/4 polinización. En el tratamiento Inicio formación de grano hubo un incremento en el nivel de energía de la pastura, situación atribuible, al buen aporte energético que

proporcionan los granos al peso seco total, de las plantas de trébol. A partir del estado fenológico Grano pastoso se mantuvo la tendencia de disminución en el nivel de energía, de los tratamientos anteriores.

Knight y Hoveland (1985), señalan que los tallos de los tréboles sufren una rápida declinación en la digestibilidad hasta antes de la etapa de llenado del grano, que concuerda con el aumento del valor FDN (%) y FDA (%) obtenidos en este estudio. Esta disminución en la digestibilidad, conjuntamente con la mayor proporción de tallos, explica la disminución del contenido de energía metabolizable que experimenta la pastura a medida que avanza en fenología.

Cuadro 9. Contenido de energía metabolizable (Mcal/kg ms) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	E.M. (Mcal/kg ms)
2 hojas	2,93
3 hojas	2,89
4 hojas	2,85
Inicio floración	2,76
50% floración	2,52
100% floración	2,36
3/4 polinización	2,15
Inicio formación de grano	2,24
Grano pastoso	1,95
Grano duro	1,60

Fuente: Laboratorio Análisis Químico de Suelos. Instituto de Agroindustria, Universidad de la Frontera.

Al relacionar el contenido de energía metabolizable (Cuadro 9), con el rendimiento de materia seca de *Trifolium incarnatum* (Cuadro 6), se obtienen las megacalorías por hectárea de energía metabolizable de los diferentes estados fenológicos estudiados (Cuadro 10). La producción de energía metabolizable por hectárea fluctuó entre 1,39 y 19,92 Mcal*1000/ha,

valores obtenidos desde el estado 2 hojas a Grano duro, respectivamente. El análisis de varianza (Anexo 11), indica que, en la producción de energía metabolizable por hectárea durante la temporada de estudio, se aprecian solo en algunos estados fenológicos, diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$).

Cuadro 10. Rendimiento de energía metabolizable por hectárea (Mcal*1000/ha) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Mcal*1000/ha
2 hojas	1,39 d
3 hojas	2,37 d
4 hojas	4,21 d
Inicio floración	9,47 c
50% floración	13,53 b
100% floración	18,09 a
3/4 polinización	17,59 a
Inicio formación de grano	19,48 a
Grano pastoso	19,63 a
Grano duro	19,92 a

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$).

Desde el estado fenológico 2 hojas hasta el estado 4 hojas, no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0,05$). El aumento de la producción de energía metabolizable por hectárea fue significativo ($P < 0,05$), a partir del estado Inicio floración hasta el tratamiento 100% floración, posterior a este estado fenológico hubo una leve disminución en la producción de energía, en el corte 3/4 polinización, sin embargo, no presento diferencia estadística con el estado 100% floración. A partir del estado fenológico Inicio formación de grano hasta el estado Grano duro, se mantuvo la tendencia de aumento en la producción de energía por hectárea, de los tratamientos anteriores. Estos últimos tres cortes, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, ni tampoco con los estados 100% floración y 3/4 polinización ($P > 0,05$).

La menor producción de energía metabolizable por hectárea, se obtuvo cuando la pastura fue cosechada en el estado fenológico 2 hojas, esto demuestra que a medida que avanza la madurez del cultivo, hasta llegar al estado Grano duro, se obtiene la mayor producción de energía por hectárea.

4.9. Contenido de proteína cruda.

El contenido de proteína como índice de calidad del forraje cosechado se presenta en el Cuadro 11. El contenido de proteína fluctuó entre 10,19 y 29,66 %, valores obtenidos desde el estado fenológico Grano duro a 2 hojas, respectivamente.

Cuadro 11. Contenido de proteína cruda (%) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Proteína cruda (%)
2 hojas	29,66
3 hojas	27,71
4 hojas	25,70
Inicio floración	23,40
50% floración	20,38
100% floración	16,52
3/4 polinización	15,99
Inicio formación de grano	16,14
Grano pastoso	13,99
Grano duro	10,19

Fuente: Laboratorio Análisis Químico de Suelos. Instituto de Agroindustria, Universidad de la Frontera.

El mayor contenido de proteína cruda se obtuvo en el estado fenológico 2 hojas, que está relacionado con el alto porcentaje de hojas y digestibilidad del forraje. Posterior a este estado existió una declinación de la concentración de proteína, la que se extendió hasta el estado

fenológico 3/4 polinización. En el tratamiento Inicio formación de grano hubo un leve incremento en el nivel de proteína de la pastura, situación atribuible, al buen aporte proteico que proporcionan las cabezuelas y los granos al peso seco total, de las plantas de trébol. A partir del estado Grano pastoso se mantuvo la tendencia de disminución en el nivel de proteína, de los tratamientos anteriores. La disminución observada con respecto a la concentración de proteína cruda con el avance de la madurez de la pastura de trébol encarnado, concuerda con los resultados encontrados por Demanet *et al.*, (1991), Demanet y García (1992), y Lloveras e Iglesias (2001).

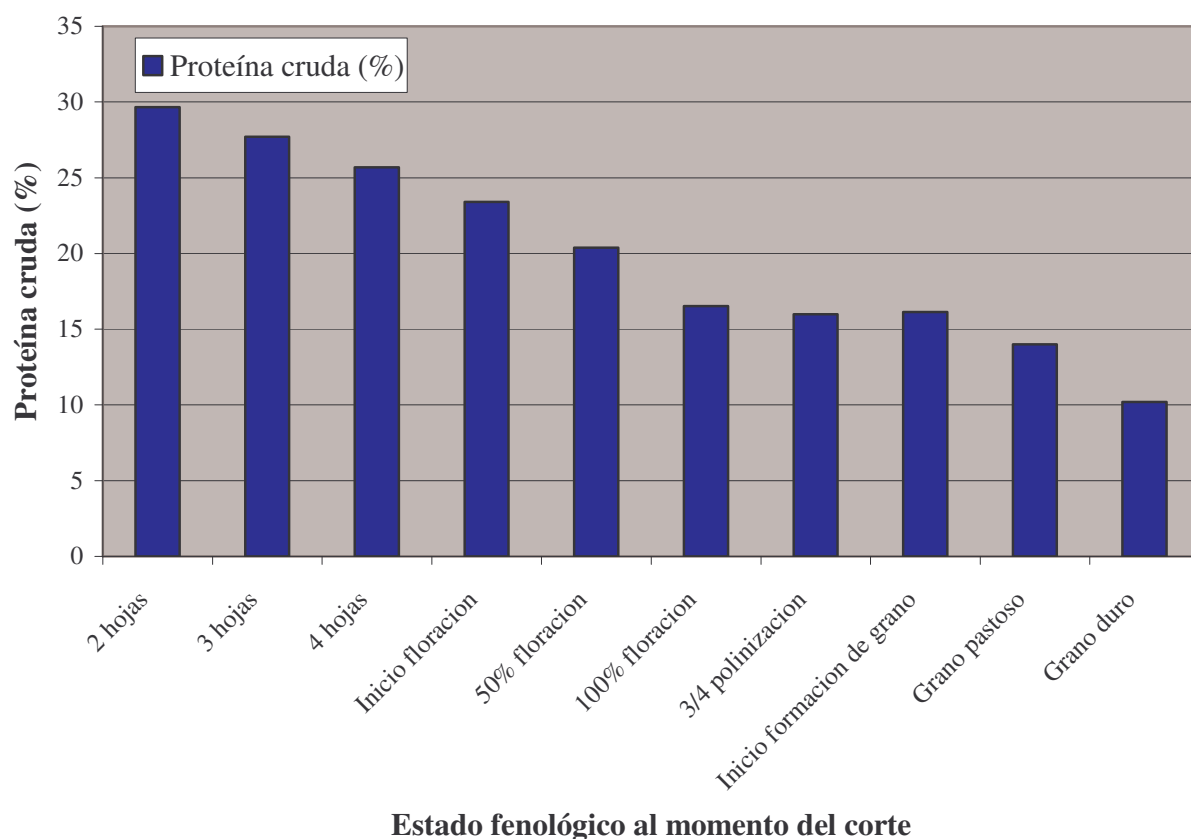


Figura 6. Variación en el contenido de proteína cruda (%) de una pastura de *Trifolium incarnatum*, evaluada en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Como se observa en la Figura 6, se presenta una clara tendencia a la baja en el contenido de proteína a medida que avanza la fenología de la pastura, esto se debe en parte, a los cambios fisiológicos propios del envejecimiento de la planta y a la variación de la proporción hoja : tallo : inflorescencia, donde la parte más tierna y nutritiva que es la hoja, va disminuyendo a favor del tallo y luego de la inflorescencia, teniendo esta última un tenor nutritivo mejor que el tallo por ser la parte que forma el grano, pero la cantidad de proteína sigue siendo menor que la de una hoja tierna.

Demagnet y García (1992), indican que la época más apropiada para lograr el equilibrio entre calidad y cantidad de forraje cosechado para elaborar heno o ensilaje, es cuando el trébol se encuentra en plena floración y las flores basales no han sido aún polinizadas, alcanzando un valor de proteína cruda en este estado de 16,7 %, cifra que concuerda con lo obtenido en esta investigación, ya que, se obtuvo un valor promedio de 16,52 % de P.C. cuando la pastura se encontraba en el estado fenológico 100% floración.

Al relacionar el contenido de proteína cruda (Cuadro 11), con el rendimiento de materia seca de *Trifolium incarnatum* (Cuadro 6), se obtiene el rendimiento de proteína cruda por hectárea de los diferentes estados fenológicos estudiados (Cuadro 12).

La producción de proteína cruda por hectárea fluctuó entre 0,14 y 1,41 ton P.C./ha, correspondiendo a los estados fenológicos 2 hojas y Grano pastoso, respectivamente. El análisis de varianza (Anexo 12), indica que, en la producción de proteína cruda por hectárea durante la temporada de estudio, se aprecian solo en algunos tratamientos, diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$).

Desde el estado fenológico 2 hojas hasta el estado 4 hojas, no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0,05$). El aumento de la producción de proteína cruda por hectárea fue significativo ($P < 0,05$), a partir del estado Inicio floración hasta el tratamiento 50% floración, posterior a este corte, hubo un leve incremento de la producción en los dos tratamientos siguientes, los cuales no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) con el estado 50%

floración, ni tampoco, con los estados fenológicos Inicio formación de grano, Grano pastoso y Grano duro.

Cuadro 12. Rendimiento de proteína cruda por hectárea (ton P.C./ha) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	Ton P.C./ha
2 hojas	0,14 d
3 hojas	0,23 d
4 hojas	0,38 d
Inicio floración	0,80 c
50% floración	1,10 b
100% floración	1,27 ab
3/4 polinización	1,31 ab
Inicio formación de grano	1,40 a
Grano pastoso	1,41 a
Grano duro	1,27 ab

Cifras con letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$).

Los valores obtenidos en el presente trabajo (Cuadro 12), donde se aprecia un punto de mayor acumulación de proteína cruda por hectárea en los estados fenológicos Inicio formación de grano y Grano pastoso, se debe principalmente al aumento en la producción de materia seca, y no al contenido de proteína cruda que presentó *Trifolium incarnatum* en los últimos estados, ya que, fueron relativamente bajos, sin embargo, la acumulación de P.C. por hectárea fue considerable.

4.10. Fibra detergente neutra y fibra detergente ácida.

La calidad del forraje para los distintos tratamientos, los cuales fueron cosechados en diferentes estados fenológicos de *Trifolium incarnatum*, expresados en base a su contenido de FDN y FDA, se presenta en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Contenido de FDN (%) y FDA (%) de *Trifolium incarnatum* evaluado en diferentes estados fenológicos. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2002.

Estado Fenológico	FDN (%)	FDA (%)
2 hojas	22,20	15,59
3 hojas	22,32	16,68
4 hojas	24,78	17,69
Inicio floración	28,83	20,08
50% floración	35,71	26,59
100% floración	37,60	31,04
3/4 polinización	36,04	35,93
Inicio formación de grano	36,15	34,32
Grano pastoso	47,57	42,27
Grano duro	58,32	51,59

Fuente: Laboratorio Análisis Químico de Suelos. Instituto de Agroindustria, Universidad de la Frontera.

Los contenidos de FDN y FDA de la pastura fluctuaron entre 22,2 y 58,32 %, y 15,59 y 51,59 %, valores obtenidos desde el estado fenológico 2 hojas al estado Grano duro, respectivamente. Las concentraciones de FDN y FDA aumentaron a medida que la planta avanzaba a través de la etapa vegetativa hasta la etapa de floración, nivelándose durante las etapas de polinización e inicio de formación de grano, y volviendo a aumentar a medida que se llenaban y maduraban los granos.

En los distintos estados fenológicos, de acuerdo al momento del corte, se observan mayores niveles de FDN y FDA, en la medida que avanza la madurez de la pastura de *Trifolium incarnatum*, situación que coincide con otros estudios realizados anteriormente por Lloveras e Iglesias (2001), que señalan el aumento de estas variables, a medida que avanza la madurez de las plantas de trébol encarnado.

Los valores de FDA obtenidos en esta investigación en la etapa vegetativa fluctuaron entre 15,59 y 17,69 %, mientras que, en el estado Grano duro alcanzo un valor de 51,59 %,

resultados inferiores a los obtenidos por Lloveras e Iglesias (2001), quienes reportaron valores de FDA de 24,1 % para la etapa vegetativa y 53,8 % para el estado fenológico Grano maduro, respectivamente.

5. CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de materia seca se obtuvo en el estado fenológico Grano duro, con una producción pura de 12,46 ton ms/ha, debido al alto contenido de materia seca que presentó la pastura en este tratamiento, el cual alcanzó un 66%.

La producción anual de materia seca obtenida, cuando la pastura fue cosechada y sometida a diferentes épocas de rezago, fue inferior al rendimiento logrado cuando la pradera fue rezagada totalmente realizando un único corte, esto demuestra que a mayor rezago mayor es la producción de materia seca. Además, rezagos efectuados después del 01 de Octubre permite aumentar la producción de materia seca del primer corte, sin embargo, la recuperación de la pastura es nula, debido principalmente a que el trébol encarnado se encuentra en estado reproductivo.

En el estado fenológico 50% floración, la pastura de trébol encarnado presentó una calidad nutricional adecuada para conservación de forraje, con niveles de 20,38% proteína cruda, 2,52 Mcal/kg ms energía metabolizable, 35,71% FDN y 26,59% FDA.

El estado fenológico al momento del corte determinó la producción de materia seca y nivel de calidad nutricional de la pastura de *Trifolium incarnatum*, existiendo un aumento en el rendimiento y disminución de la calidad, a medida, que las plantas de trébol avanzaron en estados de desarrollo.

6. RESUMEN

Durante la temporada 2002, se evaluó el rendimiento y calidad de una pastura de trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*) en distintos estados fenológicos de corte. El ensayo se realizó en un Andisol de la Región de La Araucanía, en la Estación Experimental Las Encinas, del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera, 38°45' LS, 72°35' LO, 90 m.s.n.m. Los tratamientos evaluados correspondieron a cortes realizados a una pastura de *Trifolium incarnatum* en 10 estados fenológicos diferentes. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones y parcelas de 10 m². El establecimiento se realizó el 03 de Abril de 2002, con una dosis de semilla de 40 kg/ha. El sistema de siembra fue manual y en línea a distancia entre hilera de 20 cm. Los tratamientos se evaluaron bajo la modalidad de corte con tijerones, y la superficie de muestreo fue 0.6 m²/parcela. El estado fenológico al momento del corte afectó el rendimiento y calidad nutricional de la pastura. En esta investigación se evaluó: población de plantas, altura de corte, contenido de materia seca, rendimiento total y puro, composición botánica, efecto del rezago y calidad. La mayor producción de materia seca de la pastura se obtuvo en el estado fenológico Grano duro, con un rendimiento puro de 12,46 ton ms/ha, sin embargo, la calidad nutricional, y en especial el contenido de proteína cruda disminuyó considerablemente, llegando a un valor inferior a 11%. En el estado fenológico 50% floración, la pastura de trébol encarnado presentó una calidad nutricional adecuada para conservación de forraje, con niveles de 20,38% proteína cruda, 2,52 Mcal/kg ms energía metabolizable, 35,71% FDN y 26,59% FDA. La producción anual de materia seca obtenida, cuando la pastura fue cosechada y sometida a diferentes épocas de rezago, no superó las 6,8 ton ms/ha, rendimiento inferior al logrado cuando la pradera fue rezagada totalmente realizando un único corte, esto demuestra que a mayor rezago mayor es la producción de materia seca.

7. SUMMARY

Yield and quality of a *Trifolium incarnatum* pasture at different phenological cutting states were evaluated in the 2002 growing season. The trial was carried out on an Andisol of the Región de La Araucanía, in the Experimental Station Las Encinas of the Institute of Agroindustria of the University of La Frontera, 38°45' SL, 72°35' WL, 90 m above sea level. The treatments evaluated corresponded to cuttings on a *Trifolium incarnatum* pasture at 10 different phenological states. The experimental design was a randomised complete block with three field replicates. Treatment plots within field replicates were 10 m². The establishment was made on April 3, 2002, with a seed dose of 40 kg/ha. Sowing system was manual and in rows 20 cm apart. The treatments were evaluated by shear clipping and sampling area was 0.6 m²/plot. The phenological stage at cutting time affected pasture yield and nutritive quality. In this study were evaluated: plant population, cutting height, dry matter content, total and pure yield, botanical composition, rest period effect, and quality. The highest dry matter pure yield was at the hard dough state with 12,46 t dm/ha, however, nutritive quality and in special crude protein content decreased largely, reaching a value lower than 11%. In the phenological state 50% blossom, the pasture of *Trifolium incarnatum* show nutritive quality appropriate for conservation of forage, with levels of 20,38% crude protein, 2,52 Mcal/kg ms E.M., 35,71% FDN y 26,59% FDA. The annual production of dry matter get, when the pasture was harvest and subjugate to different rest periods, not surpass the 6,8 ton ms/ha, yield lower to the get when meadow rest totally realize a cutting only, this demonstrate that to greater rest greater is the production of dry matter.

8. LITERATURA CITADA

- Bank of New South Wales. 1961.** Pasture legumes and grasses. A guide to the identification of selected species used in pasture improvement. Waite and Bull Pty. Ltd. Sydney, Australia. 67 p.
- Chavarría, Jorge.; Caro, Nestor. y Klee, Germán. 1995.** Trébol encarnado en la precordillera. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. Serie Quilamapu N° 64: 1-12.
- Demagnet, Rolando.; Contreras, Rodrigo.; Koebrich, Andreas. y García, Juan. 1989.** El trébol encarnado en el secano interior. IPA Carillanca (INIA). Temuco, Chile. 8(1): 24-26.
- Demagnet, Rolando.; Contreras, Rodrigo. y García, Juan. 1991.** Trébol encarnado: normas técnicas para mejorar su productividad. IPA Carillanca (INIA). Temuco, Chile. 10(1): 3-6.
- Demagnet, Rolando.; Santander, Jaime.; Contreras, Rodrigo. y García, Juan. 1991.** Producción de semilla de trébol encarnado. IPA Carillanca (INIA). Temuco, Chile. 10(2): 31-35.
- Demagnet, Rolando. 1992.** Asociación trébol encarnado – trébol subterráneo. IPA Carillanca (INIA). Temuco, Chile. 11(1): 29-31.
- Demagnet, Rolando. y García, Juan. 1992.** Trébol encarnado. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Carillanca. Serie Carillanca N° 26. Temuco, Chile 2p.

- Knight, W.E. y Hoveland, C.S. 1985.** Arrowleaf, Crimson, and other annual clovers. En: Heath, M.; Barnes, R. y Metcalfe, D. (Ed.). Forages, the science of grassland agriculture. pp. 136–145.
- López, Ignacio. 1992.** Leguminosas para suelos marginales de la zona sur (*Trifolium subterraneum* y *Trifolium incarnatum*). Producción Animal. Serie B - Universidad Austral de Chile. Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile. N° 16: 90–120.
- Lloveras, J., e Iglesias, I. 2001.** Morphological development and forage quality changes in crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.). Grass and Forage Science (Spain). 56(4): 395-404.
- Mella, A. y Kühne, A. 1983.** Sistemática y descripción de las familias, asociación y series de suelos derivados de materiales piroplásticos de la zona central sur de Chile. En: **Tosso, J.** (ed.). Suelos volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. pp: 540–716.
- Ovalle, Carlos.; Pozo, Alejandro.; Squella, Fernando.; Arredondo, Susana. y Cussen, Robert. 1997.** Leguminosas forrajeras anuales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. Serie Quilamapu N° 79: 1-32.
- Rouanet, J., Romero, O., y Demanet, R. 1988.** Áreas agroecológicas en la Novena Región. IPA Carillanca. Temuco, Chile. 22 p.
- Wheeler, William. 1950.** Forage and pasture crops. D. Van Nostrand Company, INC. Princeton, New Jersey. 752p.

Whyte, R.; Nilsson – Leissner, G. y Trumble, H. 1953. Legumes in Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 367p.

ANEXOS

Anexo 1. Composición química del suelo en el sitio del ensayo. Estación Experimental Las Encinas. Laboratorio de Análisis químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera, Temuco. 2002

Componente	Unidad	Contenido
Nitrógeno	ppm	28
Fósforo	ppm	14
Potasio	ppm	262
pH H ₂ O	H ₂ O	5,97
Materia Orgánica	%	12
Potasio	meq/100 g	0,67
Sodio	meq/100 g	0,26
Calcio	meq/100 g	8,10
Magnesio	meq/100 g	1,76
Aluminio	meq/100 g	0,05
Bases	meq/100 g	10,79
CICE	meq/100 g	10,84
Saturación de Aluminio	%	0,46
Boro	ppm	0,78
Zinc	ppm	1,33
Cobre	ppm	2,24
Hierro	ppm	46,11
Manganeso	ppm	2,15
Azufre	ppm	14
Aluminio Extractable	ppm	4,89

Metodología: 8,5 (Olsen); S disponible: extracción con Ca (H₂PO₄) 20,01 mol/L; Ca, Mg, K y Na intercambiable: extracción con CH₃COONH₄ 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable; extracción con KCL 1 mol/L; CICE: Ca+Mg+K+Na+Al intercambiables; saturación de Al: (Al intercambiable * 100)/CICE; técnicas analíticas según norma de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencias del Suelo.

Anexo 2. Informe pluviométrico (mm) y valores mensuales de evaporación (mm) del año 2002,
Universidad Católica de Temuco.

INFORME PLUVIOMETRICO (mm) 2002

Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias.

Departamento de Cs. Matemáticas y Físicas. Estación Meteorológica.

Lat. 38°44' Long. 72°36' Alt.110 m.s.n.m.

Valores mensuales de precipitación (mm)

2002	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
PP 2002	27,0	35,2	105,0	84,7	180,7	125,1	99,2	117,3	115,1	267,5	91,5	82,1	1330,4
v.n*	41,7	32,6	44,2	78,8	160,3	176,3	187,9	143,2	96,2	68,0	54,7	51,0	1134,9
% var/vn	-35,3	8,0	137,6	7,5	12,7	-29,0	-47,2	-18,1	19,6	193,4	67,3	61,0	17,2
v.r.	39,6	31,3	50,3	87,0	178,1	198,9	153,5	117,2	86,2	73,5	49,2	39,9	1104,7
% var/v.r	-31,8	12,5	108,7	-2,6	1,5	-37,1	-35,4	0,1	33,5	263,9	86,0	105,8	20,4

v.r. corresponde al promedio del período 1981-2001. UCT.

v.n*. corresponde al promedio del período 1951-1980. (DGA).

Valores mensuales de evaporación (mm)

2002	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Diurna	209,7	s/o	116,2	81,8	35,5	41,2	35,7	63,2	79,1	96,9	133,3	153,2	1045,8
Nocturna	62,0	s/o	24,4	19,2	20,8	23,1	12,0	23,1	22,3	24,1	35,2	41,0	307,2
Diaria	271,7	189,0	140,6	101,0	56,3	64,3	47,7	86,3	101,4	121,0	168,5	194,2	1542,0
v.r.	229,0	191,4	154,9	85,5	54,1	41,5	51,5	74,7	107,0	136,2	157,2	206,4	1489,4
var/v.r.	42,7	s/o	-14,3	15,5	2,2	22,8	-3,8	11,6	-5,6	-15,2	11,3	-12,2	52,6

v.r. corresponde al promedio del período 1981-2001. UCT.

Evaporación Diaria Máxima Absoluta Anual: 17,6 mm. Fecha: 22 de Noviembre.

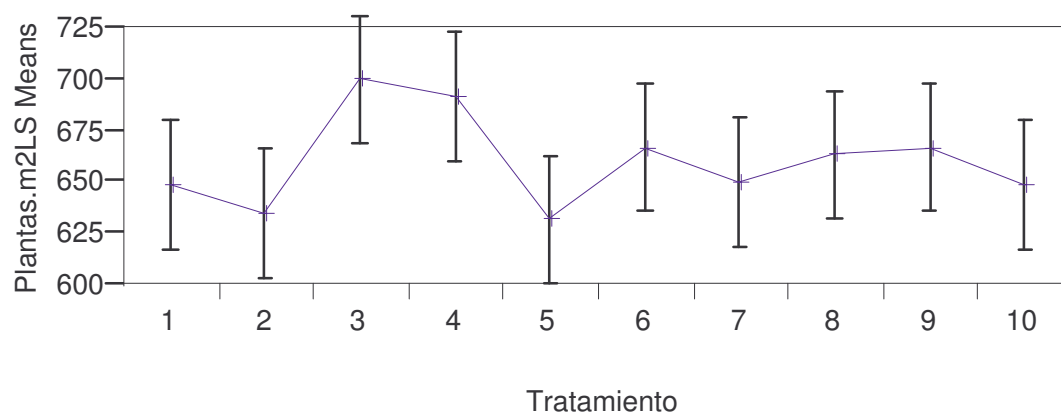
Evaporación Mensual Máxima Absoluta Anual: 271,7 mm. Mes: Enero.

Anexo 3. Tabla de análisis de varianza de población de plantas (plantas/m²) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	13507,500	1500,83	2,2207	0,0659
Error	20	13516,667	675,83		
C. Total	29	27024,167			

Coefficiente de variación (%): 3,94

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel	Least Sq Mean	
3	A	700,00000
4	A	691,66667
6	A	666,66667
9	A	666,66667
8	A	663,33333
7	A	650,00000
1	A	648,33333
10	A	648,33333
2	A	635,00000
5	A	631,66667

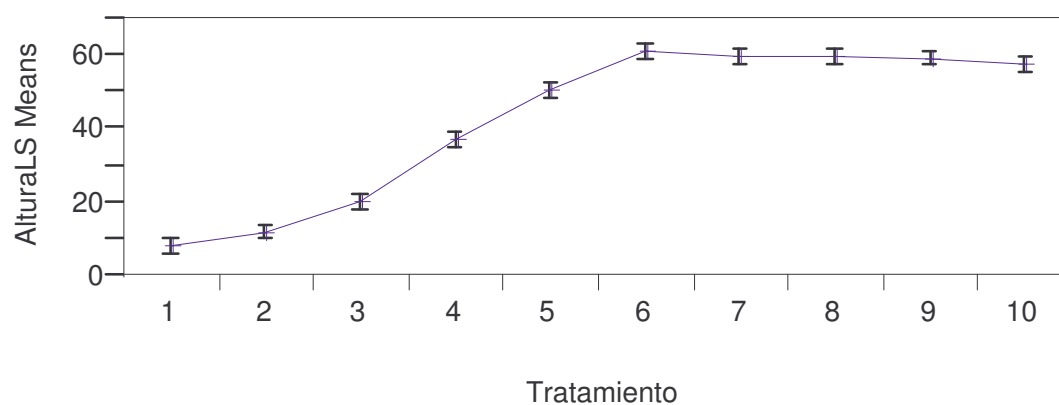
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 4. Tabla de análisis de varianza de altura (cm) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	12506,533	1389,61	490,4523	<.0001
Error	20	56,667	2,83		
C. Total	29	12563,200			

Coefficiente de variación (%): 3,95

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel		Least Sq Mean
6	A	61,333333
8	A	60,000000
7	A	59,666667
9	A	59,333333
10	A	57,666667
5	B	50,333333
4	C	37,333333
3	D	20,333333
2	E	12,000000
1	E	8,000000

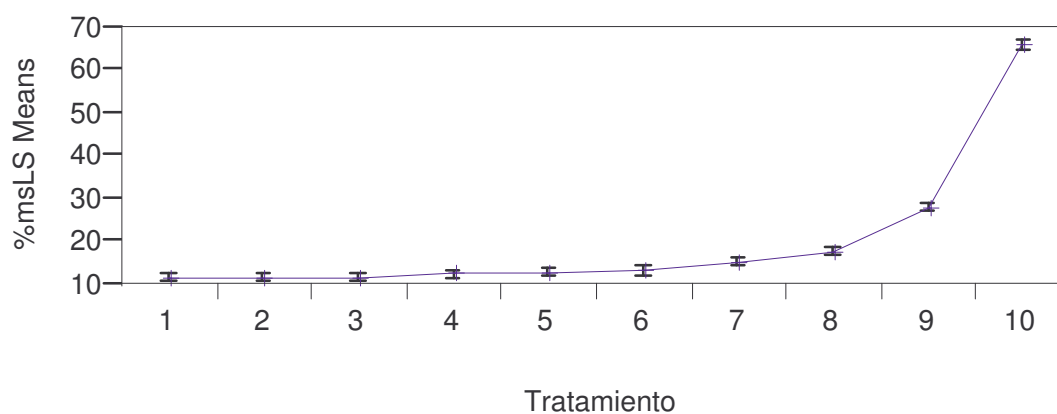
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 5. Tabla de análisis de varianza de contenido de materia seca (%) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	7682,4067	853,601	1340,033	<.0001
Error	20	12,7400	0,637		
C. Total	29	7695,1467			

Coefficiente de variación (%): 3,96

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel		Least Sq Mean
10	A	66,033333
9	B	27,966667
8	C	17,766667
7	D	15,400000
6	D E	13,300000
5	E	12,833333
4	E	12,666667
1	E	11,800000
2	E	11,800000
3	E	11,766667

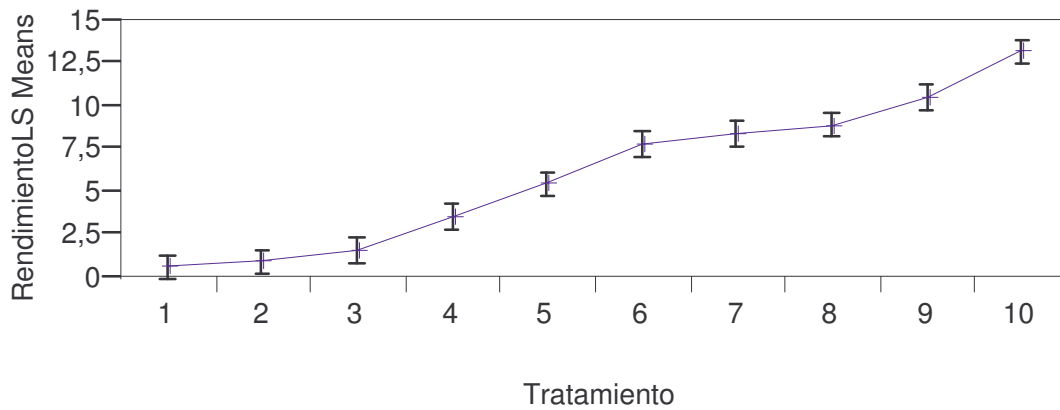
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 6. Tabla de análisis de varianza de producción total de materia seca (ton ms/ha) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	511,29881	56,8110	161,6045	<.0001
Error	20	7,03087	0,3515		
C. Total	29	518,32968			

Coefficiente de variación (%): 9,72

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel		Least Sq Mean
10	A	13,203333
9	B	10,550000
8	B C	8,900000
7	C	8,400000
6	C	7,796667
5	D	5,480000
4	E	3,586667
3	F	1,573333
2	F	0,920000
1	F	0,610000

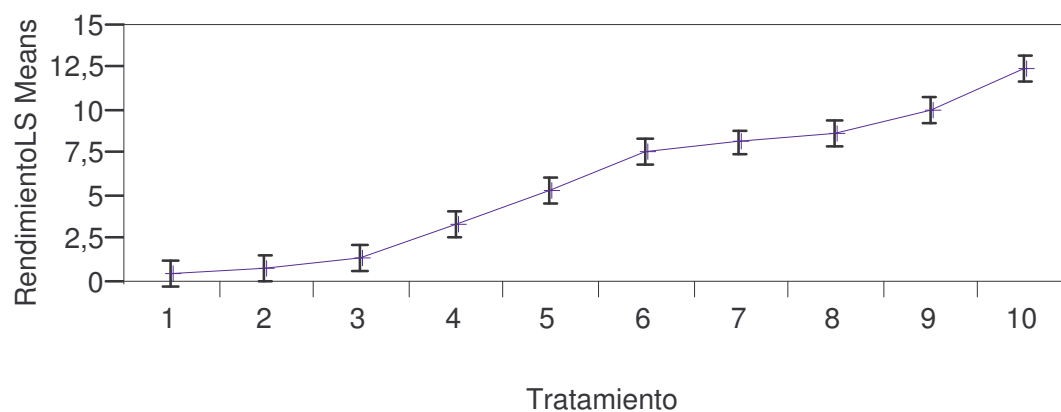
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 7. Tabla de análisis de varianza de producción de materia seca (ton ms/ha) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	472,90220	52,5447	137,0731	<.0001
Error	20	7,66667	0,3833		
C. Total	29	480,56887			

Coefficiente de variación (%): 10,56

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel	Least Sq Mean
10 A	12,453333
9 B	10,066667
8 B C	8,693333
7 C	8,183333
6 C	7,666667
5 D	5,370000
4 E	3,430000
3 F	1,476667
2 F	0,820000
1 F	0,473333

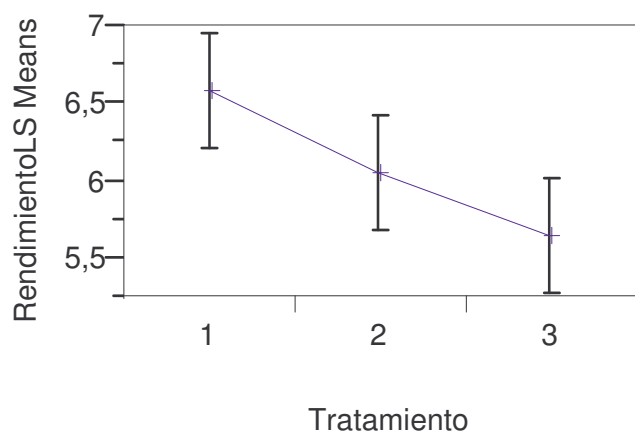
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 8. Tabla de análisis de varianza de producción total de materia seca del segundo corte (ton ms/ha) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	2	1,3352000	0,667600	9,5371	0,0137
Error	6	0,4200000	0,070000		
C. Total	8	1,7552000			

Coefficiente de variación (%): 4,34

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,06815)

Nivel	Least Sq Mean
1 A	6,5900000
2 A B	6,0500000
3 B	5,6500000

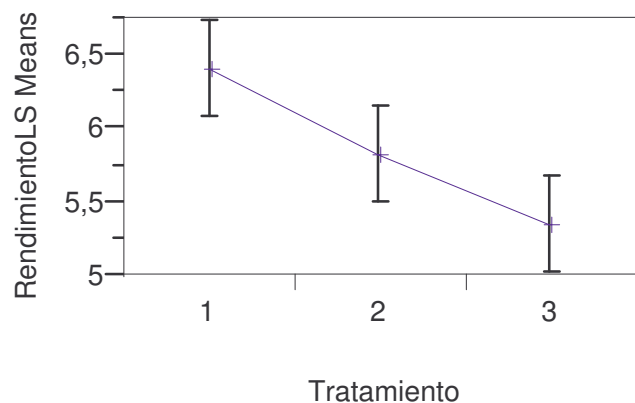
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 9. Tabla de análisis de varianza de producción pura de materia seca del segundo corte (ton ms/ha) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	2	1,7013556	0,850678	16,1487	0,0038
Error	6	0,3160667	0,052678		
C. Total	8	2,0174222			

Coefficiente de variación (%): 3,91

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,06815)

Nivel		Least Sq Mean
1	A	6,4133333
2	B	5,8300000
3	B	5,3500000

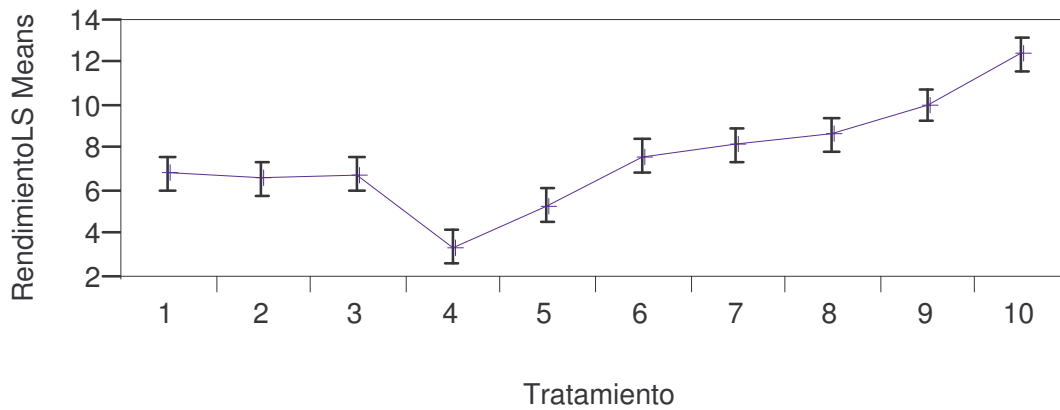
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 10. Tabla de análisis de varianza de producción anual de materia seca (ton ms/ha) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	166,63632	18,5151	45,1497	<.0001
Error	20	8,20167	0,4101		
C. Total	29	174,83799			

Coefficiente de variación (%): 8,40

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel		Least Sq Mean
10	A	12,453333
9	B	10,066667
8	B C	8,693333
7	C	8,183333
6	C D	7,666667
1	D E	6,886667
3	D E	6,826667
2	D E	6,650000
5	E	5,370000
4	F	3,430000

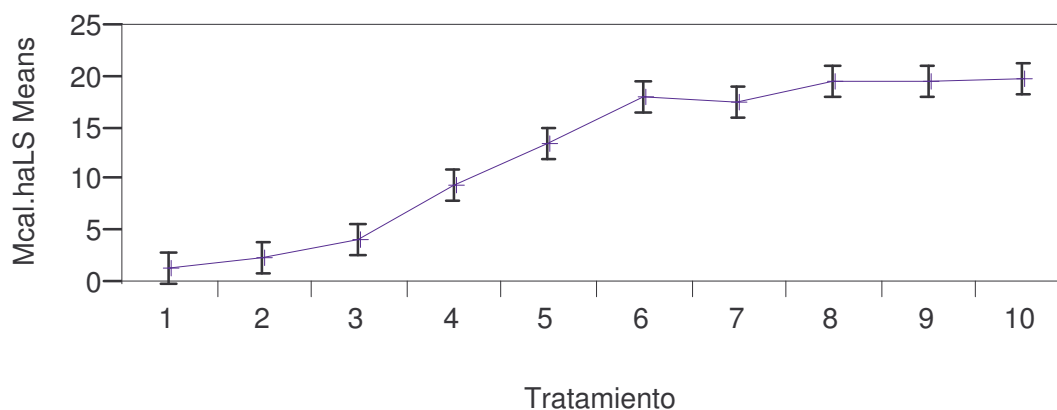
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 11. Tabla de análisis de varianza de producción de energía metabolizable por hectárea (Mcal*1000/ha) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	1550,5167	172,280	107,1844	<.0001
Error	20	32,1464	1,607		
C. Total	29	1582,6631			

Coefficiente de variación (%): 10,09

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel		Least Sq Mean
10	A	19,923333
9	A	19,630000
8	A	19,476667
6	A	18,093333
7	A	17,593333
5	B	13,533333
4	C	9,466667
3	D	4,210000
2	D	2,370000
1	D	1,390000

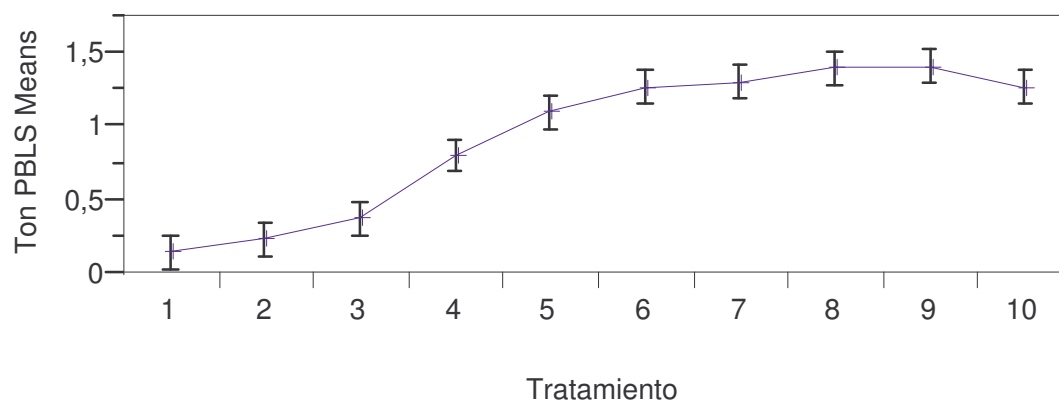
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 12. Tabla de análisis de varianza de producción de proteína cruda por hectárea (ton P.C./ha) de *Trifolium incarnatum*, cosechado en diferentes estados fenológicos. Temuco. Temporada 2002.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Probabilidad
Tratamiento	9	6,8428967	0,760322	85,4294	<.0001
Error	20	0,1780000	0,008900		
C. Total	29	7,0208967			

Coefficiente de variación (%): 10,14

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha= 0,050 Q= 3,5411)

Nivel		Least Sq Mean
9	A	1,4100000
8	A	1,4000000
7	A B	1,3066667
10	A B	1,2700000
6	A B	1,2666667
5	B	1,0966667
4	C	0,8033333
3	D	0,3766667
2	D	0,2300000
1	D	0,1433333

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente