

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN LA IMPLANTACIÓN DE
Trifolium repens y *Trifolium pratense* EN UN MEJORAMIENTO DE
COBERTURA SOBRE CAMPO NATURAL

por

Rodrigo URRUTIA NÚÑEZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2013

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro ZANONIANI

Ing. Agr. Ph. D. Pablo BOGGIANO

Ing. Agr. Edison D. SILVEIRA

Fecha: 9 de octubre de 2013

Autor:

Rodrigo URRUTIA NÚÑEZ

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por su dedicación para poder realizar este trabajo

A la Lic. Sully Toledo por su voluntad en la corrección de este trabajo.

A mi familia, novia y amigos por apoyarme a lo largo de mi carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. GENERALIDADES.....	3
2.2. PRESENCIA DEL TAPIZ VEGETAL.....	4
2.2.1. <u>Nicho ecológico</u>	5
2.2.2. <u>Cobertura del tapiz</u>	5
2.2.3. <u>Competencia</u>	6
2.3. ACONDICIONAMIENTO DEL TAPIZ.....	7
2.3.1. <u>Pastoreo</u>	8
2.3.2. <u>Quema</u>	9
2.3.3. <u>Herbicida</u>	10
2.3.4. <u>Laboreo reducido</u>	11
2.4. MÉTODOS DE SIEMBRA EN EL TAPIZ.....	12
2.4.1. <u>Siembra en cobertura</u>	13
2.4.2. <u>Siembra directa</u>	14
2.4.2.1. Ventajas de la siembra directa.....	14
2.4.2.2. Desventajas de la siembra directa.....	15
2.4.3. <u>Siembra con sembradora a zapata</u>	15
2.5. FERTILIZACIÓN FOSFATADA.....	16
2.5.1. <u>Generalidades</u>	16
2.5.2. <u>Importancia del fósforo</u>	16
2.5.3. <u>Síntomas de deficiencia</u>	18
2.5.4. <u>Requerimientos de las plantas</u>	20
2.5.5. <u>Disponibilidad de fósforo en el suelo</u>	21
2.5.6. <u>El fósforo en fase sólida</u>	23
2.5.7. <u>El fósforo en la fase sólida inorgánica</u>	23
2.5.8. <u>El fósforo en la fase sólida orgánica</u>	24

2.5.9. <u>El fósforo disponible</u>	24
2.5.10. <u>Efecto de la aplicación de fertilizantes en cobertura sobre plantas</u>	24
2.5.11. <u>Factores que afectan la disponibilidad de fósforo en el suelo</u> ... 25	
2.5.11.1. Efecto de la humedad.....	25
2.5.11.2. Efecto de la textura del suelo.....	26
2.5.11.3. Efecto de los coloides inorgánicos.....	26
2.5.11.4. Efecto de la materia orgánica.....	26
2.5.11.5. Efecto del pH del suelo.....	27
2.5.11.6. Retención de fósforo por los suelos.....	28
2.6. FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN.....	31
2.6.1. <u>Manejo previo</u>	31
2.6.2. <u>Época de siembra</u>	32
2.6.2.1. Generalidades.....	32
2.6.2.2. Humedad en el suelo.....	33
2.6.2.3. Temperatura.....	34
2.6.2.4. Intensidad lumínica.....	35
2.6.3. <u>Densidad de siembra</u>	35
2.6.4. <u>Peso de las semillas y vigor inicial de las plántulas</u>	37
2.6.5. <u>Manejo de la semilla</u>	38
2.6.5.1. Inoculación y peleteado.....	38
2.6.6. <u>Fertilización fosfatada a la siembra</u>	41
2.7. LOS NUTRIENTES Y SU CONCENTRACIÓN EN LAS LEGUMINOSAS.....	44
2.7.1. <u>Distribución de los nutrientes y rangos de concentración de nutrientes en las leguminosas</u>	44
2.7.2. <u>Concentración crítica</u>	44
2.7.3. <u>La influencia de la especie de planta y la variedad en la concentración de los nutrientes</u>	45
2.7.4. <u>La influencia de fase de madurez de las plantas forrajeras en las concentraciones de los elementos minerales</u>	45

2.7.5. <u>La influencia de los factores estacionales en la concentración de los nutrientes minerales en plantas forrajeras.</u>	46
2.8. EL NITRÓGENO Y EL FÓSFORO EN LAS LEGUMINOSAS.	46
2.8.1. <u>El nitrógeno en las plantas forrajeras.</u>	46
2.8.2. <u>El fósforo en las plantas forrajeras.</u>	47
2.9. CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO SEMBRADO.	48
2.9.1. <u>Género <i>Trifolium</i>.</u>	48
2.9.1.1. Características de la especie <i>Trifolium repens</i>	49
2.9.1.2. Características de la especie <i>Trifolium pratense</i>	54
2.10. ANTECEDENTES DE RESULTADOS DE IMPLANTACIÓN Y DESARROLLO DE LAS ESPECIES SEMBRADAS	58
2.10.1. <u>Generalidades</u>	58
2.10.3. <u>Resultados para <i>Trifolium repens</i>.</u>	58
2.10.4. <u>Resultados para <i>Trifolium pratense</i>.</u>	61
2.11. ANTECEDENTES DE RESULTADOS DE IMPLANTACIÓN Y RELACION RAÍZ / PARTE AÉREA EN LEGUMINOSAS BAJO DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN	64
2.11.1. <u>Resultados de implantación</u>	64
2.11.2. <u>Resultados de relación raíz / parte aérea</u>	65
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	66
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	66
3.1.1. <u>Localización y período del ensayo</u>	66
3.1.2. <u>Descripción del potrero</u>	66
3.1.3. <u>Antecedentes del área experimental</u>	66
3.1.4. <u>Información climatológica</u>	67
3.1.5. <u>Características del experimento y tratamientos</u>	67
3.1.6. <u>Dimensiones y arreglo del experimento</u>	67
3.1.7. <u>Diseño experimental</u>	68
3.2. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.	68
3.2.1. <u>Fertilización y siembra</u>	68
3.2.2. <u>Manejo previo</u>	69
3.2.3. <u>Determinaciones realizadas</u>	69

3.2.3.1. Disponibilidad antes de la siembra	69
3.2.3.2. Porcentaje de implantación.....	70
3.2.3.3. Grado de desarrollo en las especies sembradas.....	70
3.2.3.4. Relación parte aérea/raíz.....	71
3.3. HIPÓTESIS	71
3.3.1. <u>Hipótesis biológicas</u>	71
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	72
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	72
3.4.1. <u>Modelo estadístico</u>	72
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	73
4.1. DATOS METEOROLÓGICOS	73
4.2. COMPOSICIÓN DEL TAPIZ Y DISPONIBILIDAD A LA SIEMBRA	77
4.2.1. <u>Composición del tapiz</u>	77
4.2.2. <u>Disponibilidad</u>	79
4.3. RESULTADOS A LOS 30 DÍAS POST-SIEMBRA.....	80
4.3.1. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el número de plantas, porcentaje de implantación y estadios de desarrollo de plantas totales</u>	80
4.3.2. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en <i>Trifolium pratense</i></u>	85
4.3.3. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en <i>Trifolium repens</i></u>	88
4.3.4. <u>Comparación de estadios de desarrollo expresado como número de plantas entre <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i>, para los niveles de fertilización fosfatada estudiados</u>	90
4.4. RESULTADOS A LOS 60 DÍAS POST-SIEMBRA.....	91
4.4.1. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el número de plantas, porcentaje de implantación y estadios de desarrollo de plantas totales</u>	91
4.4.2. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en <i>Trifolium pratense</i></u>	96
4.4.3. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en <i>Trifolium repens</i></u>	99

4.4.4. <u>Comparación de estadios de desarrollo expresado como número de plantas entre <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i>, para los niveles de fertilización fosfatada estudiados</u>	102
4.5. RESULTADOS A LOS 90 DÍAS POST-SIEMBRA Y LUEGO DEL PRIMER PASTOREO.	103
4.5.1. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el número de plantas, porcentaje de implantación y estadios de desarrollo de plantas totales</u>	103
4.5.2. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en <i>Trifolium pratense</i></u>	107
4.5.3. <u>Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en <i>Trifolium repens</i></u>	109
4.5.4. <u>Comparación de estadios de desarrollo expresado como número de plantas entre <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i>, para los niveles de fertilización fosfatada estudiados</u>	111
4.5.5. <u>Relación raíz parte aérea para <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i>, en los dos niveles de fertilización estudiados</u>	112
4.6. EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES EN EL PERÍODO EXPERIMENTAL	113
4.6.1. <u>Número de plantas para <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i></u>	113
4.6.2. <u>Disponibilidad total vs. porcentaje de implantación para <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i></u>	115
5.7. CONSIDERACIONES FINALES.....	118
5. <u>CONCLUSIONES</u>	119
6. <u>RESUMEN</u>	120
7. <u>SUMMARY</u>	121
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	122
9. <u>ANEXOS</u>	129

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Establecimiento de plántulas de acuerdo al manejo previo del campo. Siembra en cobertura de <i>Lotus corniculatus</i> cv San Gabriel (Campo sobre Brunosol, Unidad San Gabriel-Guaycurú, Florida).....	9
2. Número de plantas en 36 metros cuadrados a los 21 días y 4 meses después de la siembra.....	10
3. Clasificación por grado de exigencia de fosforo, nivel de requerimientos en el suelo a la siembra según la especie de leguminosa considerada.....	21
4. Densidades de siembra para las principales leguminosas empleadas en mejoramientos.....	36
5. Efecto de diferentes profundidades de siembra sobre el porcentaje de establecimiento.....	38
6. Antecedentes nacionales sobre resultados de siembras en cobertura en número de plantas/m ²	59
7. Porcentaje de implantación y el número de plantas para trébol blanco a los 55 días (conteo 1) y a los 105 días post siembra (conteo 2).....	60
8. Antecedentes nacionales sobre resultados de siembras en cobertura en número de plantas/m ²	62
9. Porcentaje de implantación y el número de plantas para trébol rojo a los 55 días (conteo 1) y a los 105 días post siembra (conteo 2).....	62
10. Caracterización de las semillas de las especies sembradas.....	68
11. Densidad de siembra, numero de semillas viables por m ² y numero de semillas por m ²	69
12. Temperaturas máximas y mínimas registradas desde junio a setiembre para el año 2011 y serie histórica desde 1961-1990...	76
13. Estadios de desarrollo en número de plantas totales (<i>T. pratense</i> + <i>T. repens</i>), para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.....	85

14.	Estadios de desarrollo en número de plantas de <i>Trifolium pratense</i> para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.	87
15.	Estadios de desarrollo en número de plantas de <i>Trifolium repens</i> para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.....	90
16.	Estadios de desarrollo en número de plantas totales (<i>T. pratense</i> + <i>T. repens</i>), para los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.....	96
17.	Estadios de desarrollo en número de plantas de <i>Trifolium pratense</i> para los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra..	99
18.	Estadios de desarrollo en número de plantas de <i>Trifolium repens</i> para los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.....	102
19.	Relación raíz parte aérea, gramos en seco raíz y parte aérea para T. pratense y T. repens.....	112

Figura No.

1.	Registro de precipitaciones.....	73
2.	Temperaturas medias mensuales del período y medias históricas.....	74
3.	Temperaturas mínimas y máximas medias del período y medias históricas.....	75
4.	Composición del tapiz vegetal (%)......	77
5.	Disponibilidad del tapiz a la siembra (cm).....	79
6.	Disponibilidad del tapiz a la siembra (kg/haMS).....	80
7.	Número de plantas totales, <i>Trifolium pratense</i> y <i>Trifolium repens</i> a los 30 días post siembra.....	81
8.	Porcentaje de implantación total (<i>T.pratense</i> + <i>T.repens</i>) a los 30 días post-siembra.....	83
9.	Estadios de desarrollo promedio para el número de plantas totales (<i>T.pratense</i> + <i>T.repens</i>) a los 30 días post-siembra.....	84
10.	Porcentaje de implantación para <i>Trifolium pratense</i> a los 30 días post-siembra.....	85

11.	Estadios de desarrollo promedio para <i>Trifolium pratense</i> a los 30 días post-siembra.....	86
12.	Porcentaje de implantación <i>Trifolium repens</i> a los 30 días post-siembra.....	88
13.	Estadios de desarrollo promedio para <i>Trifolium repens</i> a los 30 días post-siembra.....	89
14.	Número de plantas de <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i> en diferentes estadios de desarrollo a los 30 días post-siembra.....	91
15.	Número de plantas totales, <i>Trifolium pratense</i> y <i>Trifolium repens</i> a los 60 días post siembra.....	92
16.	Porcentaje de implantación total (<i>T.pratense</i> + <i>T.repens</i>) a los 60 días post-siembra.....	94
17.	Estadios de desarrollo promedio para el número de plantas totales (<i>T.pratense</i> + <i>T.repens</i>) a los 60 días post-siembra.....	95
18.	Porcentaje de implantación para <i>Trifolium pratense</i> a los 60 días post-siembra.....	97
19.	Estadios de desarrollo promedio para <i>Trifolium pratense</i> a los 60 días post-siembra.....	98
20.	Porcentaje de implantación <i>Trifolium repens</i> a los 60 días post-siembra.....	99
21.	Estadios de desarrollo promedio para <i>Trifolium repens</i> a los 60 días post-siembra.....	101
22.	Número de plantas de <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i> en diferentes estadios de desarrollo a los 60 días post-siembra.....	103
23.	Número de plantas totales, <i>Trifolium pratense</i> y <i>Trifolium repens</i> a los 90 días post siembra.....	104
24.	Porcentaje de implantación total (<i>T.pratense</i> + <i>T.repens</i>) a los 90 días post-siembra.....	106
25.	Estadios de desarrollo promedio para el número de plantas totales (<i>T.pratense</i> + <i>T.repens</i>) a los 90 días post-siembra.....	107
26.	Porcentaje de implantación para <i>Trifolium pratense</i> a los 90 días post-siembra.....	108
27.	Porcentaje de implantación <i>Trifolium repens</i> a los 90 días post-siembra.....	109
28.	Número de plantas de <i>T. pratense</i> y <i>T. repens</i> en diferentes estadios de desarrollo a los 90 días post-siembra.....	111
29.	Evolución en el número de plantas para los dos niveles de fertilización en <i>T. pratense</i>	113

30.	Evolución en el número de plantas para dos niveles de fertilización en <i>T. repens</i>	114
31.	Disponibilidad total para los dos niveles de fertilización fosfatada vs. Porcentaje de implantación <i>T. pratense</i>	115
32.	Disponibilidad total para los dos niveles de fertilización fosfatada vs. Porcentaje de implantación <i>T. repens</i>	116

1. INTRODUCCIÓN

El potencial del campo natural, conformado por una compleja combinación de especies nativas o tapices, varía de acuerdo al tipo de suelo y al manejo. Es así que se pueden distinguir tapices cuyas especies son de muy alta calidad y permiten obtener excelentes ganancias de peso, siempre y cuando la cantidad de forraje consumida por los animales sea suficiente. Por otro lado, existe un área extensa de campo natural que comprende suelos de menor fertilidad, o con otras limitantes, por lo general de poca profundidad, donde las especies predominantes son de baja calidad. Las ganancias de peso (y frecuentes pérdidas de peso) de los vacunos, en estos tipos de campos, son muy bajas debido no sólo a la calidad del forraje sino a la escasa cantidad que producen (Pigurina, s.f.).

Los mejoramientos de campo han cobrado una creciente popularidad en este último quinquenio, ocupando un espacio que permite considerarlos como una de las herramientas tecnológicas más trascendentes para el cambio, en términos cuali y cuantitativos, en la ganadería extensiva (Ayala et al., 1996).

La utilización del animal en la evaluación de este tipo de pasturas ha sido un elemento que le ha otorgado una mayor credibilidad a la información generada, cuantificando su capacidad productiva en términos reales de producción (Ayala et al., 1996).

El mejoramiento de campo es una tecnología de bajo costo, que está evidenciando un potencial muy interesante para el desarrollo de la base forrajera en suelos sobre Cristalino y otras zonas. Esta estrategia, permite complementar y potenciar el campo natural contribuyendo significativamente a la mejora de productividad en los sistemas ganaderos (Risso et al., 1997).

La bibliografía disponible y consultada da énfasis a la importancia de la fertilización fosfatada en lo que respecta tanto a la implantación como a la producción de forraje subsiguiente.

Dicha fertilización se hace más indispensable en los mejoramientos extensivos ya que dicho manejo se realiza en su mayoría en zonas donde los suelos son más pobres en nutrientes y por lo tanto se obtienen menores producciones de materia seca.

El siguiente trabajo tiene como objetivo principal la evaluación de dos niveles de fertilización fosfatada en relación a la implantación, estadios de desarrollo y relación raíz parte aérea, en un mejoramiento en cobertura con dos especies de leguminosas, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES

Uruguay cuenta con aproximadamente 16:450.000 has totales, de las cuales el 62,7% es de pasturas naturales (campo natural) y 14,6% (2:400.000 de has) son pasturas mejoradas (praderas o verdeos) (MGAP. DICOSE, 2010).

Estas pasturas contienen un elevado número de especies y ecotipos adaptados a diferentes condiciones de suelo, clima y manejo, sin embargo han sido poco estudiadas en cuanto a su potencial productivo y a la sustentabilidad frente a diferentes alternativas de manejo. Se trata de ecosistemas multiespecíficos, complejos y dinámicos, compuestos principalmente por gramíneas perennes de ciclo estival que interactúan con el ambiente y los animales en pastoreo (Díaz et al., 2008).

Coexisten especies de diversos ciclos de producción y hábitos de crecimiento, que hacen un uso complementario de los recursos y generan una estructura heterogénea en el tiempo y espacio (Díaz et al., 2008).

El aumento del área de mejoramientos forrajeros ha permitido una extracción más rápida y un aumento de la eficiencia del proceso productivo. Asimismo, el incremento de los mejoramientos permitió mantener la dotación a pesar de la disminución de la superficie dedicada a la ganadería debido a la expansión agrícola y forestal. El comportamiento futuro de los mejoramientos forrajeros indica que, a partir de la proyección de las tendencias, seguirá aumentando significativamente, pues desde 1996 al presente se triplicó el volumen económico de las exportaciones de carne (Díaz et al., 2008).

En los mejoramientos de campo con fertilización fosfatada (todas las leguminosas son demandantes de este nutriente) y siembra de leguminosas en cobertura o alguna modalidad de laboreo mínimo, incluyen especies productivas e incorporan nutrientes escasos al suelo (nitrógeno y fósforo), promoviendo la vegetación nativa y mejorando la oferta forrajera total y estacional. No tienden a sustituir al campo natural (base tradicional y principal de la competitividad pecuaria) sino a complementarlo, evitando su destrucción, para sembrar una pastura cultivada de persistencia variable. Es una herramienta sencilla, de bajo costo y amigable con los recursos, para

incrementar la productividad de sistemas ganaderos en las principales regiones (Basalto, Noreste, Cristalino, Este, etc.) (Risso, 2005).

Para un exitoso mejoramiento, se deben cumplir una serie de requisitos que promuevan su instalación, con una adecuación en el manejo y la utilización. La correcta planificación e implementación de esta tecnología incluye diversos pasos que se inician con la elección del potrero, afectada por: tipo de suelo (profundidad, riesgos de erosión y sequía, topografía, drenaje, pedregosidad) y tipo de tapiz (especies que lo componen, sus ciclos, sus tipos productivos y vegetativos). Se requiere además una precisa definición de los objetivos de uso del mejoramiento (para bovinos u ovinos, cría, destetes, engorde, etc.) y por tanto su dimensionamiento (Risso, 2005).

La predominancia de especies C_4 se ha debido a que estas están mejor adaptadas a las condiciones prevalentes de clima, suelo y manejo de la región. Como consecuencia de este comportamiento, resulta ineludible el incremento de la fertilidad y la siembra en el tapiz de nuevas especies (C_3) que presenten buen crecimiento en la época de escasez, o que su forraje producido en épocas favorables pueda ser diferido en pie hacia el invierno sin perder calidad (Carámbula, 1996).

Los mejoramientos extensivos más eficientes se logran cuando mediante manejos apropiados se disponga de pasturas con una muy buena persistencia productiva (Carámbula, 1996).

2.2. PRESENCIA DEL TAPIZ VEGETAL

Es importante adecuar el manejo del pastoreo desde meses antes de la siembra, ya que permitirá acondicionar el tapiz para favorecer el contacto semilla-suelo (particularmente en casos de siembras en cobertura) y para disminuir la capacidad de competencia de la vegetación nativa, por agotamiento progresivo de las reservas de sus componentes (Risso, 2005).

Durante el establecimiento de las especies introducidas en el tapiz natural se suscitan distintas interacciones, las que se producen desde la misma siembra, en donde la semilla debe enfrentar un medio hostil, agresivo, con características netamente definidas que pueden imponer limitantes al logro de una implantación exitosa. Estas interacciones son el resultante de un conjunto de efectos simples, pero que operan simultáneamente (Argelaguet et al. 1985, Carámbula et al. 1994).

Estos efectos simples serán desarrollados a continuación.

2.2.1. Nicho ecológico

La ocurrencia de pequeños espacios, aberturas o huecos en la vegetación es fundamental para que las especies pratenses a ser introducidas puedan colonizar y extenderse en las pasturas naturales (Dowling, Campbell, citados por Risso, 1998).

No alcanza solo con la simple presencia de espacios libres, sino que resulta de importancia que estos presenten características favorables que faciliten la implantación de las especies. Precisamente a esos lugares y a su entorno se les da en llamar nichos ecológicos (Carámbula et al., 1994).

El nicho debe proveer luz, temperatura y humedad apropiada que facilita la germinación y sobrevivencia de las plántulas (Carámbula et al., 1994).

Un carácter muy importante de un nicho es proveer condiciones en que la competencia haya sido reducida convenientemente o que simplemente este ausente por un periodo de tiempo prudencial (Carámbula et al., 1994).

Cuanto más pequeño sea el nicho más expuestas estarán las semillas y las plántulas a ser dominadas por la velocidad de rebrote y densidad creciente de la vegetación (Carámbula et al., 1994).

2.2.2. Cobertura del tapiz

El tapiz está compuesto por una parte verde creciendo activamente, y restos secos que forman un mantillo sobre la superficie del suelo. Ambos contribuyen a que la superficie del suelo se conserve más húmeda, contrarrestando en cierta medida las fluctuaciones de humedad y temperatura que se producen en la interface aire suelo desnudo que rodea a las semillas, mejorando las condiciones de germinación e implantación (Argelaguet et al., 1985).

La cobertura protege a las semillas y a las plántulas de la exposición a factores climáticos como: viento, desecación, exposición a la luz solar, fríos extremos, calor y los efectos de las lluvias fuertes, favoreciendo así la creación de un microclima adecuado para las especies introducidas (Chapman et al., Blackmore, citados por Silveira, 2005).

2.2.3. Competencia

Desde que han germinado, y en las primeras etapas de su vida las plántulas dependen ampliamente de sus reservas. Posteriormente y a medida que ellas se desarrollan, esta dependencia se hace cada vez menor al punto tal que en muchos casos es posible constatar plántulas de leguminosas con sus cotiledones aun verdes y lozanos varias semanas después de su germinación (Carámbula et al., 1994).

Sin embargo, es importante subrayar que este es el momento más difícil en la implantación y que precisamente la mayor limitante hacia coberturas exitosas, la constituyen las bajas poblaciones de plántulas que sobreviven a este período (Carámbula et al., 1994).

La citada mortandad de plántulas que se registra en las primeras etapas del desarrollo de un mejoramiento, se producen por consecuencia de la acción de varias causas entre las que deben citarse como importantes la desecación del suelo y la competencia por parte del tapiz nativo establecido, así como la depredación y ocurrencia de enfermedades y plagas, principalmente de hormigas (Carámbula et al., 1994).

También deben citarse otros factores bióticos que pueden afectar el comportamiento de semillas y plántulas. Entre ellos debe considerarse la presencia de microorganismos, sustancias alelopáticas y secreciones de algunas raíces (Carámbula et al., 1994).

De todas maneras no cabe duda que el principal riesgo que deben enfrentar las plántulas colonizadoras es la competencia con sus plantas vecinas específicamente aquellas ya existentes en el tapiz (Carámbula et al., 1994).

Este efecto se hace máximo en vegetaciones densas y en aquellas situaciones en que las semillas germinan tardíamente o que las plántulas provienen de semillas pequeñas y poco vigorosas (Carámbula et al., 1994).

Así mismo, otro aspecto que restringe seriamente la sobrevivencia de las plántulas en este caso de leguminosas, se refiere a procesos de nodulación temprana. En este sentido la ocurrencia de algunas condicionantes que actúan en forma simple o combinada, como la siembra en suelos ácidos, la presencia de poblaciones pobres de rizobios por semilla, las cantidades bajas de nitrógeno disponible antes de que se concrete la formación de nódulos y la precocidad lenta para fijar el nitrógeno por parte de ellos, puede afectar de manera considerable el comportamiento de las plántulas en esas primeras etapas del desarrollo del mejoramiento (Carámbula et al., 1994).

Finalmente en cuanto al ataque por parte de predadores se debe recalcar que en algunas circunstancias ellos pueden ser importantes (Carámbula et al., 1994).

2.3. ACONDICIONAMIENTO DEL TAPIZ

El acondicionamiento previo puede hacerse por distintos métodos: Pastoreo, herbicidas, maquinas que renuevan levemente el tapiz y también maquinas para siembra directa; los tratamientos mecánicos serán considerados en métodos de siembra ya que ellos preparan el tapiz al momento de la siembra (Risso, 1998).

El pastoreo previo a la siembra debe ser planeado con anterioridad; el área elegida para el mejoramiento debe comenzar a ser pastoreada en la primavera previa, continuando hasta la siembra (Risso, 1998).

Favoreciendo el contacto semilla-suelo (particularmente en casos de siembras en cobertura) y para disminuir la capacidad de competencia de la vegetación nativa, por un agotamiento progresivo de las reservas de sus componentes (Risso et al., 1996), de forma que el rebrote a comienzos de primavera no sea agresivo y acompañe el crecimiento de las leguminosas introducidas (Arias et al. 2001, Risso, citado por Silveira 2005).

Se requieren pastoreos con cargas instantáneas altas, seguidos de descansos no muy prolongados. Por el contrario, pastoreos continuos en baja dotación, promueven el tapiz denso y cerrado que no favorecerá el contacto semilla-suelo. Sin embargo no se requiere un arrase extremo del tapiz, ya que cierta altura del remanente favorecen mayor número de plántulas al disminuir la desecación de la semilla y proteger la plántula de fríos intensos (Risso, 2005).

Existen numerosos métodos para efectuar la preparación del tapiz previo a la siembra y la aplicación de unos u otros depende del tipo y cantidad de vegetación presente, de la pedregosidad, de la accesibilidad del potrero, del nivel de fertilidad, de la susceptibilidad de erosión y del costo de las operaciones (Carámbula, 1996).

2.3.1. Pastoreo

El tipo de vegetación es determinante en cuanto al manejo de este pastoreo. Cuando las especies dominantes son cespitosas es posible realizar pastoreos con alta dotación y durante un corto periodo, seguido de un descanso que permita rebrotar a las plantas. Estos pastoreos repetidos tienden a reducir el vigor de los pastos, lo que facilitara el establecimiento de las especies introducidas (Risso 1990, Risso, citado por Risso 1998).

Los pastoreos con alta carga continuados por lapsos prolongados llevan a que la vegetación tome porte postrado, con las hojas sobre el suelo, que impedirá la llegada de la semilla al suelo. Una situación similar a esta ocurre cuando la vegetación dominante es de especies de porte postrado, compuesta por plantas estoloníferas y arrosetadas que dejan escaso suelo desnudo, aun cuando la altura del tapiz sea cercana a 1 cm (Risso 1990, Risso, citado por Risso 1998).

Una altura de forraje de unos 3 cm aproximadamente, será adecuada favoreciendo un mejor establecimiento respecto a otros manejos. En general, los componentes de nuestros campos son preponderantemente estivales, por lo que el rebrote luego de la siembra será muy lento, no ejerciendo competencia en los primeros estadios de desarrollo de la leguminosa (Risso, 2005).

Cuadro No. 1: Establecimiento de plántulas de acuerdo al manejo previo del campo. Siembra en cobertura de *Lotus corniculatus* cv San Gabriel (Campo sobre Brunosol, Unidad San Gabriel-Guaycurú, Florida).

Tratamiento al campo	% de instalación
Testigo sin desfoliar: 20 cm	100
4 defoliaciones a 3 cm	176
1 defoliación a 3 cm	153
1 defoliación a 1 cm	59

Fuente: Risso (2005)

El control de la vegetación nativa mediante pastoreos aparece como una alternativa adecuada en zonas sin infraestructura agrícola, siendo una técnica relativamente barata que no implica riesgos de erosión asociados al uso de alternativas con remoción parcial del tapiz (Millot et al. 1987, Carámbula 1996).

La forma más eficiente de realizar un acondicionamiento del tapiz mediante pastoreo sería iniciar los pastoreos con vacunos, una vez que la pastura ofrezca menores cantidades de forraje serían reemplazados por ovinos (Millot et al. 1987, Carámbula 1996).

Las defoliaciones de las gramíneas perennes, previas a la siembra, mejoran el establecimiento de *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* (Curl et al., 1987).

2.3.2. Quema

Mediante tratamientos de quema de pasturas previo a la siembra se han logrado resultados positivos en Gran Bretaña (Gardner 1957, Jones 1963), Australia (Coaldrake y Rusell, 1969) y Uruguay (Medero et al., 1958). Estos últimos autores compararon campo arrasado por pastoreo y campo quemado previo a la siembra; habiendo constatado la superioridad del campo quemado sobre el campo arrasado y ambos a su vez sobre el campo bajo pastoreo normal (Carámbula, 1977).

Cuadro No. 2: Número de plantas en 36 metros cuadrados a los 21 días y 4 meses después de la siembra.

Tiempo	Campo arrasado	Campo quemado
21 días	2262	2211
4 meses	248	394

Fuente: adaptado de Medero et al., citados por Carámbula (1977).

La superioridad del campo quemado se baso fundamentalmente en un porcentaje mayor de implantación. En otras palabras, si bien en ambos tratamientos los porcentajes de germinación fueron similares, murieron menos plántulas cuando el tapiz había sido previamente quemado. Esto indicaría que el efecto principal del quemado no ha sido permitir un mejor contacto entre semilla y suelo, sino eliminar la competencia ejercida por el tapiz natural. Asimismo, parecería que con este tratamiento se facilita el trabajo de las maquinas que se utilicen para ubicar mejor las semillas en el suelo (Carámbula, 1977).

Sin embargo, a pesar de que han sido demostradas las bondades de la quema para introducir especies, es evidente que su uso puede presentar en general serios inconvenientes de practicidad y manejo y en particular, problemas de promoción de malezas agresivas tales como cardilla (*Eryngium paniculatum*) y mio-mio (*Baccharis coridifolia*) (Carámbula, 1977).

2.3.3. Herbicida

El uso de herbicidas es otro método que posibilita el marchitamiento de la cubierta vegetal dejando un mantillo de restos secos que protegen a la semilla de la descamación y posteriormente a las plántulas de las bajas temperaturas (Risso y Scavino, 1978). Si el mantillo resultante es muy espeso, según las condiciones ambientales, puede favorecerse el desarrollo de enfermedades a hongos. La reducción de competencia del tapiz nativo es más importante que la que se consigue con el pastoreo ya que las plantas deben reconstruir totalmente su tejido fotosintético, si se trata de herbicidas defoliantes, mientras que el pastoreo solo retarda su rebrote (Risso, 1998).

La aplicación de herbicidas como Paraquat y Glifosato previo a la siembra, sobre una vegetación nativa de 2,5 cm de altura, sobre suelos de Fray Bentos, con una mezcla de trébol blanco (*T. repens*), lotus (*Lotus*

corniculatus) y raigrás (*Lolium multiflorum*) permite una mejor emergencia de estas especies, que alcanzan un recubrimiento de 15 y 43% respectivamente; en cambio, en las parcelas con pastoreo es inferior al 2%. El Glifosato afecta a las especies nativas, particularmente a las cespitosas y facilita la aparición de anuales como yerba carnícera (*Coniza bonariensis*) (Berretta y Formoso, citados por Risso, 1998).

En el este, la aplicación de estos herbicidas permitió un mejor establecimiento del raigrás (*Lolium multiflorum*), que cuando se usó el pastoreo para acondicionar el tapiz. En cambio, con pastoreo intenso el trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus corniculatus*) tuvieron un establecimiento significativo superior que con pastoreo aliviado o uso de herbicidas (Carámbula y Ayala, citados por Risso, 1998).

Con el pastoreo es posible obtener alrededor de un 45% de superficie no recubierta por vegetación con una altura de 1,5 cm. Los restos secos son el principal componente, siendo el suelo desnudo cercano al 10% (Risso, 1998).

Se debe hacer hincapié sobre la necesidad que entre las épocas de aplicación de herbicida y de siembra deba transcurrir un periodo de tiempo prudencial que permita una mayor descomposición de la vegetación muerta y un mejor contacto semilla-suelo. De lo contrario es posible que se registre un efecto negativo (Carámbula et al., 1994).

2.3.4. Laboreo reducido

Cuando el control del tapiz se hace muy difícil, el laboreo superficial realizado antes de la siembra puede constituirse en un método efectivo para reducir la competencia que ejerce el tapiz natural (Millot et al. 1987, Santiñaque, Carámbula, citados por Silveira 2005).

El cual comprende un labor principal que consiste en remover el suelo con arados de rejas o de discos, así como de rastras excéntricas y posteriormente la realización de labores secundarios que se suceden una tras otra con rastras de dientes y/o discos, durante un lapso más o menos extenso, utilizando diferentes máquinas de acuerdo con el estado del suelo. Las condiciones climáticas, el efecto buscado y disponibilidad de las mismas en el establecimiento (Carámbula, 2002b).

A tales efectos, en muchas oportunidades el arado cincel presenta destacables ventajas para complementar el trabajo de la rastra excéntrica en la preparación de suelos para cultivos forrajeros (Carámbula, 2002b).

2.4. MÉTODOS DE SIEMBRA EN EL TAPIZ

En las distintas regiones del país, la época de siembra más adecuada sería en otoño, desde abril hasta fines de mayo. En este periodo las probabilidades de precipitaciones adecuadas son relativamente altas, que con una evapotranspiración media, resulta en una buena humedad del suelo; temperaturas aun no muy bajas facilitan la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas (Risso 1991, Olmos, citado por Risso 1998).

Las leguminosas debido a su modo de germinación (epigeo) y a las fuerzas de crecimiento de la radícula que tienden a alargarla hacia su extremo, así como por la extensión del hipocotilo que eleva los cotiledones, se combinan para empujar la semilla lejos del lugar de entrada de la radícula en el suelo. Esta situación provoca que si no existiera un contacto directo de la semilla con el suelo, sus irregularidades le brindarían cierta barrera física, las cuales restringen su movimiento al germinar. En la medida que la radícula penetre rápidamente en el suelo, se reduce la posibilidad de fallas en el establecimientos de las plántulas (Carámbula, 1996).

Cuando la leguminosa es adaptada, el acondicionamiento previo del tapiz es adecuado y las condiciones ambientales son favorables, no existen diferencias significativas entre los distintos métodos de siembra, como lo muestran los resultados en el suelo cristalino (Risso y Scavino, 1978), así como sobre suelos de Basalto (Bemhaja, citado por Risso, 1998).

En el primer año, la producción total de forraje de la cobertura es significativamente superior, aunque no se detecten diferencias en la producción de las leguminosas en igual periodo. Esta situación podría explicarse por un mayor aporte del campo no perturbado en la cobertura, frente al de las otras aplicaciones que destruyen parte de la cubierta vegetal (Risso, 1998).

En el caso que se prevea que el tapiz vegetal está cerrado y con mayor capacidad de competir con las especies introducidas, sería aconsejable el uso de un implemento que remueva parte del mismo, facilite el contacto semilla-suelo y provoque cierta mineralización de la materia

orgánica. Para esto puede recurrirse a una excéntrica con poca traba, a la zapata u otras maquinas de siembra directa hoy disponibles (Risso, 1998).

Independientemente del método de acondicionamiento previo del tapiz y de la siembra, la emergencia y establecimiento de las especies sembradas dependen de las condiciones meteorológicas imperantes. La falta de humedad suficiente es el principal factor responsable de los fracasos de establecimiento (Risso, 1998).

2.4.1. Siembra en cobertura

Las siembras en cobertura deben hacerse en otoño, lo más temprano que las lluvias lo permitan. Es importante que sea temprano pues el suelo se mantiene caliente y ello posibilita un rápido desarrollo inicial. También es vital que haya buena humedad y –más aún- que la superficie del suelo se mantenga húmeda (Amadeo, s.f.).

Un riesgo muy común a principios de otoño (principio de marzo) es que llueva pero luego vuelva a hacer calor y rayos solares fuertes. Una siembra realizada en un año con estas características puede fracasar pues las semillas germinan y no les alcanza la humedad para atravesar los primeros centímetros secos y hundir la raíz hacia la profundidad del suelo, en donde hay humedad acumulada (Amadeo, s.f.).

Si atrasa la siembra hasta fines de abril o primeros días de mayo el inconveniente es que comienza a hacer frío, donde la germinación, inoculación y desarrollo de los tréboles se hacen lentos y no se pueden aprovechar hasta la primavera (Amadeo, s.f.).

Si bien la diferencia en cuanto al porcentaje de instalación es grande con respecto a otros métodos más eficientes, cuando se utilizan especies como tréboles anuales que tienen una buena capacidad de resiembra natural, a pesar de que se parte de poblaciones comparativamente menores, la mejora resulta a la larga exitosa desde que bastan pocas plantas por metro para poner en marcha la recuperación de la pastura (Carámbula, 1977).

Al aplicar este método, es más importante que en ningún otro caso, eliminar al máximo la competencia ejercida por la pastura natural. De esta manera, no solo se logra un mayor contacto entre semilla y suelo y se evita

la presencia de semillas colgadas sobre el tapiz, sino que también se favorece el primer crecimiento de las plántulas (Carámbula, 1977).

La siembra en cobertura constituye el método más común de instalación de mejoramientos extensivos y se utiliza principalmente en campos donde existe la seguridad de que la competencia por parte de la vegetación nativa es baja o puede ser reducida a niveles aceptables mediante el empleo de distintas estrategias de manejo como puede ser el pastoreo de vacunos y lanares, el pasaje de implementos mecánicos como una pastera, o bien el uso de implementos que disturbian una parte del suelo como rastras de discos livianas, vibro y cinceles (Carámbula, 1977).

2.4.2. Siembra directa

Es el sistema de preparación del suelo y la vegetación para la siembra en el que el disturbio realizado en el suelo para la colocación de las semillas es mínimo, ubicándolas en una muy angosta cama de siembra o surco, que depende del uso de herbicidas para el control de las malezas; el suelo se deja intacto desde la cosecha hasta una nueva siembra, excepto para inyectar fertilizantes. Los elementos tecnológicos que caracterizan a la siembra directa (SD) son las máquinas de SD y los herbicidas, en particular los que tienen al glifosato como principio activo, de acción sistémica y espectro total (García, 2009).

2.4.2.1. Ventajas de la siembra directa

Drástica reducción de la erosión y degradación del suelo, mayor contenido de agua en el suelo, menores consumo de combustible y energía, mayor oportunidad de siembra, cosecha y pastoreo, posibilidad de utilización de suelos no aptos y áreas de desperdicio bajo laboreo convencional (LC), nuevas posibilidades de mejoramientos forrajeros y renovaciones de pasturas con las máquinas de SD y los herbicidas (García, 2009).

La principal ventaja de la siembra en líneas es que permite ubicar la semilla y el fertilizante a distancias cercanas (líneas o bandas), lo cual conduce a una mayor eficiencia de ambos insumos. Ello conduce a menores gastos de implantación y mayores porcentajes de aprovechamiento de los

mismos, precisamente cuando al estado de plántula las especies forrajeras requieren una alta disponibilidad de nutrientes (Carámbula, 2002b).

2.4.2.2. Desventajas de la siembra directa

El control de las malezas depende del uso de herbicidas, menor disponibilidad de nitrógeno en el suelo, menor temperatura del suelo, compactación del suelo, mayor probabilidad de ocurrencia de fitotoxicidades, enfermedades y plagas (García, 2009).

A pesar de las ventajas que se citaron previamente acerca del buen comportamiento del método de siembra en líneas, es posible recordar algunos inconvenientes que se pueden presentar al aplicar el mismo. Uno de los contratiempos más comunes en las siembras en líneas, es que en muchos casos el suelo no está firme y la semilla es ubicada a mayor profundidad que la recomendada (Carámbula, 2002b).

2.4.3. Siembra con sembradora a zapata

La utilización de este tipo de sembradora es principalmente indicado para suelos superficiales con porcentajes variados de pedregosidad, suelos con pendientes pronunciadas, suelos con tapices muy cerrados, etc. (Carámbula, 1977).

El mismo consiste en abrir un surco de alrededor de 7 cm de ancho donde son depositadas las semillas y el fertilizante y cubiertas por una cadena que corre en el surco. Este método implica alterar el tapiz entre un 15 y 30 por ciento, lo cual permite utilizar las pasturas, al igual que en las siembras en cobertura, sin tener que retirar el ganado vacuno (Carámbula, 1977).

Una de las ventajas de este implemento es que permite ubicar mayores dosis del fertilizante en contacto con la semilla, lo cual conduce a un crecimiento rápido de plántulas y a una mejor nodulación (Carámbula, 1977).

A pesar de las ventajas antes citadas, la utilización de la sembradora a zapatas presenta algunos inconvenientes en suelos con mal drenaje. Un exceso de agua en los surcos provoca en los años de siembra, una sensible

disminución en los porcentajes de instalación y un crecimiento lento de especies. Solo se observa buen vigor en las plántulas ubicadas a los costados del surco. En estos casos, la introducción es más ventajosa mediante excéntrica (Carámbula, 1977).

2.5. FERTILIZACIÓN FOSFATADA

2.5.1. Generalidades

La producción de un predio depende tanto del manejo de los suelos, del manejo de las pasturas y del manejo de los animales. Por ello, no se debe descuidar ninguno de estos tres pilares que sostienen una buena producción suelo-pastura-animal, tratando siempre de obtener el mejor rendimiento integral de todos y cada uno de ellos (Carámbula, 2002b).

La incidencia de los fertilizantes fosfatados en el costo del mejoramiento de campo con leguminosas puede alcanzar valores del 80% de los costos totales de dicho mejoramiento (Casanova, 2008).

Tanto la experiencia práctica, como la investigación científica, confirman la importancia de agregar por medio de los fertilizantes los elementos minerales necesarios para alcanzar rendimientos adecuados de forraje en las pasturas (Carámbula, 2002b).

Es posible afirmar que para lograr una buena instalación, desarrollo y producción de las pasturas es imprescindible la fertilización con fósforo, el cual puede ser suministrado con diferentes tipos de fertilizantes fosfatados, de acuerdo con las recomendaciones formuladas para cada zona por los organismos especializados (Carámbula, 2002b).

2.5.2. Importancia del fósforo

El fósforo es un nutriente esencial ya que sin él no podrían vivir ni el hombre, ni las plantas, ni los animales, debido a que es la principal estructura energética de todo ser vivo (Carámbula, 2002b).

Se trata de un elemento de reacciones complejas por lo que analizar su presencia o determinar sus necesidades por parte de las plantas y animales, resulta más difícil que hacerlo para cualquier otro nutriente (Carámbula, 2002b).

La carencia crónica del fósforo en muchos suelos de la región, no solo impide que las especies forrajeras en general y las leguminosas en particular crezcan y se desarrollen exitosamente, sino que además resulta un serio inconveniente para que las plantas puedan hacer uso máximo de los otros nutrientes que son fundamentales para el buen comportamiento de las pasturas (Carámbula, 2002b).

Las leguminosas forrajeras presentan grandes variaciones en rendimientos de materia seca y en el contenido de fósforo de sus tejidos, sin llegar a mostrar síntomas extremos, ya que solo expresan la falta de este nutriente sin síntomas, mediante una producción forrajera que puede ser en algunos casos sensiblemente menor (Carámbula, 2002b).

El fósforo es el macronutriente que debe ser indefectiblemente incorporado por las plantas, en un grupo importante de compuestos orgánicos vitales como lo es, entre otros, el trifosfato de adenosina (TFA). Este compuesto orgánico suministra la energía necesaria para impulsar reacciones vitales en las células, por lo que su deficiencia provoca un efecto negativo inmediato y de gran incidencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Carámbula, 2002b).

El fósforo desempeña además otras funciones como componente de fosfolípidos, ácidos nucleídos y nucleoproteínas todos ellos muy importantes en numerosas reacciones y procesos. Asimismo, el fósforo es también activador de algunas enzimas acelerando las tasas de sus reacciones. En su ausencia, las enzimas podrían no accionar en la forma correcta para mantener los procesos metabólicos, al punto de conducir la célula a la muerte. Se debe tener siempre presente que el déficit de fósforo en cualquier pastura no solo disminuye las tasas de crecimiento sino que además afecta la concentración de este elemento en el forraje y por lo tanto define decrementos en su calidad nutritiva, lo que constituye una seria limitante para las producciones animales (Carámbula, 2002b).

Otros procesos en donde el fósforo está involucrado incluyen la división celular, la estimulación del crecimiento celular, floración, fructificación y formación de semillas (Hernández, 1999).

El fósforo se clasifica como macronutriente, pese a que su contenido en las plantas es siempre menor que el de nitrógeno, potasio y calcio. Sin embargo, como factor limitante de la producción vegetal, el fósforo es más importante que el calcio, y quizás aún que el potasio. Es el primer factor limitante nutricional en los suelos del Uruguay, dados sus niveles naturalmente deficientes para la siembra de cultivos y pasturas (Hernández, 1999).

En condiciones de campo natural no fertilizado, los horizontes A de los suelos del Uruguay contienen menos de 10 ppm de fósforo asimilable evaluado por el método Bray I, mientras que los niveles críticos para la instalación de cultivos y pasturas superan este valor (Marchesi y Elhordoy 1993, Hernández et al. 1995, Zamalvide 1998).

La capacidad de absorción de nutrientes depende, entre otros factores, del tipo de sistema radicular. Es así que las gramíneas poseen una ventaja competitiva sobre las leguminosas en la absorción de agua y nutrientes. Particularmente esta característica es importante en nutrientes poco móviles como el fósforo (Evans, citado por Silveira, 2005).

Los requerimientos de fósforo por parte de las leguminosas son básicos, debido a que con niveles adecuados de este nutriente se logra concretar un buen crecimiento y desarrollo, a su vez se favorece una buena nodulación la cual permitirá una buena fijación biológica de nitrógeno (Silveira, 2005).

2.5.3. Síntomas de deficiencia

El fósforo resulta ser un nutriente absolutamente esencial sobre el cual se fundamenta todo el mecanismo de incremento de fertilidad del suelo, tendiente a producir más y mejor forraje y en consecuencia destacables producciones animales (Carámbula, 2002b).

La importancia del fósforo es tal que sin su aplicación regular y liberal es imposible alcanzar incrementos en la producción cuantitativa y cualitativa de cualquier predio (Carámbula, 2002b).

Será preferible mejorar áreas chicas con dosis altas de fósforo, lo que conducirá a altas dotaciones, que mejorar áreas grandes con solo dosis básicas de fósforo conducentes a bajas dotaciones (Carámbula, 2002b).

Mientras en la primera situación la pastura estará produciendo al máximo, ofreciendo muy buenas condiciones económicas en un par de años, en la segunda se desarrollaran lentamente con respuestas pobres en términos de producción animal, básicamente en los primeros años del desarrollo, cuando el productor necesita indefectiblemente cubrir los gastos de instalación de la misma (Carámbula, 2002b).

La utilización de fertilizante es altamente rentable si estos se aplican en forma correcta y a la vez se trata de administrar eficientemente el forraje con ellos logrado. Solo así se podrá alcanzar el potencial máximo, llegándose a registrar en la producción alcanzada, el triple, el cuádruple o aun más del costo del fertilizante aplicado (Carámbula, 2002b).

Los nutrientes móviles en el floema son N, P y K. Cuando el suministro de los mismos es limitante, los tejidos jóvenes los obtienen a expensas de las hojas viejas, en las que su contenido disminuye. Por lo tanto, cuando se desarrollan síntomas de deficiencia las concentraciones de estos nutrientes son altas en hojas jóvenes y bajas en las hojas viejas (Barbazán, 1998).

El efecto más acentuado de la falta de P es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas. El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de P, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes. Generalmente, el P inadecuado deprime los procesos de utilización de carbohidratos, aun cuando continúa la producción de estos compuestos por medio de la fotosíntesis. Esto resulta en una acumulación de carbohidratos y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas. En algunos cultivos, las hojas deficientes en P desarrollan un color púrpura, ejemplos son el tomate y el maíz debido a que el P es fácilmente movilizado en la planta, cuando ocurren las deficiencias de este nutriente el P se transloca de los tejidos viejos a tejidos meristemáticos activos y por esta razón los síntomas aparecen en las hojas viejas (parte baja) de la planta. Sin embargo, estos síntomas de deficiencia rara vez se observan en el campo y la deficiencia de P generalmente se evidencia por una pérdida apreciable de rendimiento (Mite et al., 1999).

2.5.4. Requerimientos de las plantas

La fertilización inicial destinada a elevar el fósforo del suelo a un valor que se considere adecuado (nivel crítico), debe tener en cuenta en primer término fundamentalmente la especie de leguminosa a ser implantada, y en el caso de tratarse de una siembra en mezcla de dos o más leguminosas se utilizará un nivel de fósforo acorde con aquella que se quiera promover con mayor interés (Carámbula, 2002b).

Las distintas leguminosas no solo se diferencian en su habilidad para extraer este nutriente del suelo, sino también en su capacidad para responder en producción de materia seca a los distintos niveles de fertilidad (Carámbula, 2002b).

A grandes rasgos es posible enfatizar el hecho de que las leguminosas poseen una capacidad mayor para utilizar el fósforo, particularmente el de las fosforitas, que las gramíneas, y si bien este comportamiento es contrastante en siembras puras de ambas familias, en las mezclas forrajeras en las que intervienen leguminosas y gramíneas, estas últimas se ven favorecidas como consecuencia de la solubilización de este nutriente por parte de las raíces de las leguminosas (Carámbula, 2002b).

Cuadro No. 3: Clasificación por grado de exigencia de fósforo, nivel de requerimientos en el suelo a la siembra según la especie de leguminosa considerada.

Leguminosa	Exigencia	Fósforo para óptimo rendimiento
<i>Lotus corniculatus</i>	poco exigente	12-13ppm
<i>Lotus tenuis</i>		
<i>Lotus pedunculatus</i>		
<i>Lotus subbiflorus</i>		
<i>Lotus subterraneo</i>		
<i>Trifolium repens</i>	intermedio	14-16ppm
<i>Trifolium pratense</i>		
<i>Trifolium spp.</i>		
<i>Medicago sativa</i>	muy exigente	18-20ppm

Fuente: adaptado de Hernández (1999), Zanoniani et al., citados por Silveira (2005).

2.5.5. Disponibilidad de fósforo en el suelo

El contenido total de fósforo en el suelo es bajo, encontrándose para diferentes suelos un rango entre 0,013 y 0,089%, siendo explicada dicha variación por el material de origen de los suelos y las condiciones de meteorización. El contenido total de fósforo 23 en los suelos no es un índice de disponibilidad para las plantas. Para la mayoría de las plantas, la concentración óptima de fósforo en la solución del suelo se encuentra entre 0,05 y 0,4 mg.ml⁻¹ (Hernández 1995, Barber, citado por Arias 1998, Hernández, citado por Silveira 2005).

Las raíces de las plantas toman el fósforo desde la solución del suelo. Normalmente el fósforo inorgánico se encuentra en la solución del suelo como H_2PO_4 y HPO_4 dependiendo del pH del suelo la predominancia de una u otra forma (Morón, 1992).

Para algunas plantas la concentración óptima en la solución del suelo ha sido estimada en 0,03MUg de P/ml, mientras que para otras puede ser 25 veces mayor (Asher y Loneragan, 1967). Beckwith sugirió un valor para la mayoría de las plantas de 0,2 MUg de P/ml, reconociendo que este valor podría variar según el suelo, así como para diferentes especies (Morón, 1992).

Dado que la concentración de fósforo en la solución del suelo normalmente es inferior a lo necesario, la misma se torna un factor limitante en el proceso de absorción. La necesidad de conocer su relación con la fase sólida ha llevado a desarrollar técnicas como las isotermas de solubilidad e isotermas de adsorción (Morón, 1992).

Las isotermas de solubilidad son útiles para conocer los minerales fosfatados que pueden estar controlando la concentración en la solución. Su mayor limitación es que su construcción se basa en asumir la presencia de componentes cristalinos puros en equilibrio con la solución, cuando esto es difícil que ocurra en un medio heterogéneo como el suelo (Morón, 1992).

Las isotermas de adsorción también son útiles en la medida que nos informan sobre las relaciones fósforo solución- fósforo fase sólida. La habilidad de retener fósforo por el suelo –caracterizado por las isotermas de adsorción- se relacionan negativamente con la eficiencia de utilización del fertilizante fosfatado soluble agregado en el corto término. Existe el cuestionamiento si la habilidad de retener fósforo en el corto plazo se relaciona con las denominadas reacciones “lentas” determinan una retrogradación hacia formas más estables y de menor utilidad para las plantas (Morón, 1992).

Dada una concentración de fósforo en la solución del suelo – limitante o no- la cantidad de fósforo en un determinado momento es varias veces inferior a la cantidad que absorbe un cultivo o pastura en un periodo de crecimiento. Por tanto, su reposición desde la fase sólida se torna imprescindible (Morón, 1992).

2.5.6. El fósforo en fase solida

El fósforo en fase solida puede dividirse en dos grandes grupos: inorgánicos y orgánicos. Si bien su división facilita su estudio, no debe perderse de vista que cada fracción- orgánica e inorgánica- es parte de un ciclo complejo. En este sentido Smeck (1995) señala que mientras los estudios ecológicos generalmente han enfatizado el flujo de fósforo dentro de compartimientos orgánicos (flora, fauna, litera, microorganismos y materia orgánica del suelo), los estudios en pedología y fertilidad han tradicionalmente examinado las transformaciones del fósforo inorgánico dentro del suelo (Morón, 1992).

2.5.7. El fósforo en la fase solida inorgánica

El fósforo inorgánico se encuentra combinado con metales como hierro, aluminio y calcio; así como con minerales arcillosos de tipo 1:1 o 2:1. La proporción relativa de los compuestos inorgánicos de fósforo con hierro, aluminio o calcio es dependiente del pH y de la cantidad y tipo de minerales existentes en la fracción arcilla. En suelos ácidos con predominio de caolinita y óxidos de Fe y Al, son más importantes las combinaciones con hierro y aluminio. En tanto, en suelos neutros u alcalinos, tienen más importancia los fosfatos combinados con calcio, los cuales forman compuestos de baja solubilidad (Morón, 1992).

Chang y Jackson (1957) clasificaron al fósforo inorgánico del suelo en cuatro principales grupos: fosfato de calcio, fosfato de aluminio, fosfato de hierro y fosfato soluble en reductores. El fósforo soluble en reductores o fosforo ocluido se refiere al fósforo físicamente encapsulado por minerales que son estructuralmente desprovistos de fósforo. Así, el fósforo ocluido es físicamente reguardado de tener interacción con formas más reactivas. Usualmente el fósforo es ocluido en los óxidos de Fe, denominándolo como fósforo soluble en reductores ya que puede ser liberado por un agente reductor (Morón, 1992).

2.5.8. El fósforo en la fase sólida orgánica

El contenido de fósforo orgánico en los suelos varía considerablemente, oscilando en general entre el 20 y el 80% del fósforo total en el horizonte superficial del suelo (Dalal 1977, Morón 1992).

El contenido de fósforo orgánico es medido por el incremento que se produce en la fracción inorgánica cuando el fósforo orgánico es convertido en ortofosfato. Existen dos vías importantes para su determinación: ignición y extracción (Morón, 1992).

2.5.9. El fósforo disponible

Desde el punto de vista de disponibilidad para las plantas ha sido muy difundido el esquema desarrollado por Larsen (1977): fósforo solución \leftrightarrow fósforo lábil \leftrightarrow fósforo no lábil. Es esencialmente un planteamiento de equilibrios químicos inorgánicos (Morón, 1992).

Clásicamente, se entiende por lábil o disponible, aquella fracción del fósforo inorgánico presente en fase sólida capaz de reponer el fósforo presente en la solución del suelo en la medida que disminuya su valor de equilibrio. La absorción por parte de raíces de plantas en crecimiento disminuye constantemente la concentración de fósforo respecto al valor de equilibrio (Morón, 1992).

2.5.10. Efecto de la aplicación de fertilizantes en cobertura sobre plantas

El fósforo llega a la raíz mayormente por difusión, este mecanismo opera por diferencias de concentración a pequeñas distancias (0,1 a 15 mm), explicando el aporte por este mecanismo más del 80 % del total absorbido. Por este motivo, la forma de obtención de este nutriente depende en gran parte de la capacidad de exploración del suelo por las raíces o de su capacidad de absorber fósforo por unidad de superficie, peso y largo de la

raíz (Puig et al. 1983, Evans et al., citados por González et al. 1997, Hernández, citado por Silveira 2005).

En las siembras correspondientes a fertilizaciones en cobertura al voleo se ha sugerido que el aprovechamiento del fósforo podría mostrar un comportamiento intermedio, si su eficiencia se mejora parcialmente efectuando un laboreo mínimo del suelo o en forma más eficiente aun realizando la cobertura en línea. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que cuanto mayor sea la capacidad del suelo para fijar el fósforo, mayor será la ventaja de sembrar las leguminosas en hileras. Por otra parte, cuando se vaya a aplicar el fertilizante en cobertura al voleo junto con la semilla, se deberá preferir las fuentes fosfatadas trituradas en gránulos, evitando las formas pulverulentas (Carámbula, 2002b).

Es posible afirmar que mientras es mejor aplicar las formas menos solubles al voleo, las formas más solubles deberían aplicarse en bandas o surcos (Carámbula, 2002b).

Al estar el fertilizante aplicado en superficie provoca una mayor concentración de raíces en esta zona del suelo, éste es un aspecto no deseable ya que es en esta porción de suelo donde más rápidamente se pierde humedad por evaporación efecto que se agrava por la mayor concentración de raíces en esta zona del perfil, determinando esto que las plantas sean más susceptibles a déficit hídrico en las primeras etapas del establecimiento de las especies sembradas (González et al. 1997, Ferres et al., citados por Silveira 2005).

2.5.11. Factores que afectan la disponibilidad de fósforo en el suelo

2.5.11.1. Efecto de la humedad

Las experiencias señalan que el movimiento del fósforo aumenta con el contenido de agua del suelo. Por otra parte la absorción de fósforo por las plantas aumenta cuando la succión matriz del suelo disminuye, lo que concuerda con el concepto de que la transferencia del nutriente a las raíces se efectúa por medio del agua (Sanzano, s.f.).

2.5.11.2. Efecto de la textura del suelo

Influye en la asimilabilidad del fósforo tanto por el contenido de agua que el suelo puede retener como por la contribución a la riqueza del fósforo del suelo. Los suelos de textura gruesa tienen menor contenido de agua que los de textura fina a cualquier succión matriz, y por lo tanto menor difusión del fósforo hacia la raíz. Por otra parte la cantidad de fósforo lábil o intercambiable será menor en los suelos de textura gruesa que los de textura fina que tienen mayor capacidad de adsorción de aniones (Sanzano, s.f.).

2.5.11.3. Efecto de los coloides inorgánicos

Interesan el tipo y la cantidad de arcilla. Algunos minerales de arcilla son mucho más fijadores que otros. Generalmente aquellas arcillas que poseen gran capacidad de adsorción de aniones (debido a superficies cargadas positivamente), tienen una gran afinidad por los iones fosfato. Por ejemplo, una fijación extremadamente alta es característica de las arcillas alófanas, que se encuentran típicamente en los Andisoles y otros suelos asociados con cenizas volcánicas. Los óxidos de hierro y aluminio, tales como la gibsita y la goetita, también pueden atraer y retener fuertemente los iones fósforo. Entre las arcillas silicatadas, la caolinita tiene la mayor capacidad de fijación de fósforo. Las arcillas de tipo 2:1 de los suelos menos meteorizados, tienen una relativamente pequeña capacidad de retener el fósforo (Sanzano, s.f.).

2.5.11.4. Efecto de la materia orgánica

Es fuente permanente de fósforo a través de los procesos de descomposición y mineralización que liberan nutrientes a la solución del suelo. La materia orgánica generalmente tiene poca capacidad para fijar fuertemente los iones fosfato. Los suelos ricos en materia orgánica, especialmente de fracciones activas de la misma, casi siempre exhiben relativamente bajos niveles de fijación de fósforo (Sanzano, s.f.).

A mayor porcentaje de MO las fosforitas son menos eficientes. A pesar de que este parámetro no es tan importante como el pH del suelo, de todas maneras permite tipificar los suelos y de esta forma prever el comportamiento de los mismos, frente a las diferentes fuentes fosfatadas (Carámbula, 2002b).

Es probable que el efecto de la materia orgánica no sea directo, al existir una fuerte asociación positiva entre el contenido de MO y el contenido de calcio. Cuanto mayor es el contenido de calcio del suelo más difícil es solubilizar las fosforitas, ya que los suelos con más calcio son los de mayor pH (Carámbula, 2002b).

2.5.11.5. Efecto del pH del suelo

La mayor parte de la fijación de fósforo ocurre a muy bajos o muy altos valores de pH. Cuando el pH sube desde menos de 5 hasta 6, los fosfatos de hierro y aluminio se hacen algo menos solubles. Además cuando el pH cae desde más de 8 hasta menos de 6, los fosfatos de calcio incrementan su solubilidad. Por lo tanto, como regla general en los suelos minerales, la fijación de fosfatos es baja (y la disponibilidad para la planta es alta) cuando el pH se mantiene en el rango entre 6 y 7. Incluso en este rango de pH, la disponibilidad puede ser todavía muy baja, y los fosfatos solubles adicionados serán rápidamente fijados por el suelo. El bajo aprovechamiento por las plantas del fosfato agregado al suelo en una estación dada, es debido parcialmente a esta fijación. Un gran aprovechamiento deberá esperarse en los suelos orgánicos y en las mezclas preparadas de suelo, donde las concentraciones de calcio, hierro, y aluminio no son tan altas como en los suelos minerales (Sanzano, s.f.).

En general, la disponibilidad del fósforo es mayor en el suelo con pH entre 5,5 y 7,0, pero los registros máximos se observan a pH 6,6. Ello se debe a que el grado de acidez de los suelos afecta en forma notable la disponibilidad de fósforo por parte de las plantas (Carámbula, 2002b).

Como ya se expresó antes, la relación entre pH y disponibilidad de fósforo en el suelo está dada fundamentalmente por la relación entre el pH y los diferentes compuestos de fósforo. Así, mientras los P-Ca (fosfatos de calcio) y los P-Al (fosfatos de aluminio) tienden a presentar más solubilidad

en pH altos, mostrando su menor solubilidad a pH ácidos (Carámbula, 2002b).

En este sentido el grado de acidez del suelo, medido a treves de su pH, ha sido relacionado en forma notable con la eficiencia relativa de las fosforitas: a menor pH mayor eficiencia (Carámbula, 2002b).

Se debe tener siempre en cuenta que la disponibilidad del fósforo presente en el superfosfato, así como la habilidad de las leguminosas para absorberlo es menor en suelos ácidos y prácticamente inefectiva en los suelos muy ácidos. De ahí entonces que de utilizar dicho fertilizante bajo las citadas condiciones se debería aplicar dosis mayores (Carámbula, 2002b).

Se debe recordar que en suelos con pH no muy ácidos los superfosfatos resultan ser más eficientes que las fosforitas, dado que estos fertilizantes son relativamente más independientes de la acidez de los suelos y se pueden usar en un amplio rango de situaciones (Carámbula, 2002b).

También se debe recordar que en todas las situaciones en que se registran niveles elevados de acidez, puede ocurrir intoxicación de las plantas por la presencia de cantidades elevada de aluminio y magnesio, así como puede suceder que la actividad de los rizobios y la fijación del nitrógeno se vea alterada (Carámbula, 2002b).

Pero el pH influye no solo en forma muy especial sobre diferentes tipos y velocidades de las reacciones que se registran en los suelos frente a distintos fertilizantes fosfatados, sino además sobre el desarrollo radicular y la habilidad del mismo para absorber fosforo (Carámbula, 2002b).

2.5.11.6. Retención de fosforo por los suelos

El fósforo que se encuentra en el material madre es de baja asimilabilidad para las plantas. Probablemente todas las formas de fósforo sean asimilables luego de un largo período de tiempo. Si las plantas no toman los compuestos originales de fósforo, se hace necesario estudiar el comportamiento del mismo con relación a su asimilabilidad (Sanzano, s.f.).

Las plantas absorben el fósforo de la solución del suelo, pero ésta tiene una concentración muy pequeña del nutriente como para satisfacer las necesidades de los vegetales durante el período de crecimiento. Por lo tanto

el suelo debe ser capaz de hacer disponible una cantidad de fósforo varias veces mayor que la cantidad presente en la solución del suelo en un momento dado. Esto solamente es posible por la existencia de un equilibrio dinámico entre las diferentes formas de fósforo del suelo (Sanzano, s.f.).

- P insoluble P lábil P soluble

Una vez removido el fósforo de la solución del suelo, el resultado será una transferencia de fosfatos desde la fase sólida del suelo. La relación entre fósforo en solución y fósforo fijado o lentamente soluble es un ejemplo del balance entre los factores capacidad e intensidad en la fertilidad del suelo (Sanzano, s.f.).

El factor intensidad es la cantidad de un nutriente disuelto en la solución del suelo. El factor capacidad es la cantidad del nutriente asociado con la matriz del suelo y en equilibrio con los iones del mismo nutriente en solución (Sanzano, s.f.).

En los suelos se pueden dar las siguientes combinaciones:

- Alta capacidad y baja intensidad: se presenta en suelos ácidos o calcáreos ricos en fósforo, donde éste precipita como fosfato de hierro, aluminio o calcio.
- Alta capacidad y alta intensidad: se presenta en suelos neutros con buen contenido de arcilla y materia orgánica, en donde el fósforo está adsorbido y es fácilmente intercambiable.
- Baja capacidad y baja intensidad: es típica de los suelos ácidos o calcáreos que además tienen materiales originarios pobres en fósforo.
- Baja capacidad y alta intensidad: se puede dar en suelos arenosos muy fertilizados y con pocos coloides o compuestos de hierro, aluminio o calcio que fijen el fósforo en forma de fosfatos insolubles (Sanzano, s.f.).

El fósforo aplicado sobre el suelo o incorporado no permanece totalmente efectivo a través del tiempo debido a una disminución de su disponibilidad para las plantas, como consecuencia de las reacciones entre el fósforo y el suelo a lo largo del tiempo. Parte del fósforo agregado con el fertilizante puede ser absorbido por la fase sólida del suelo y parte puede precipitar como fosfato de aluminio, hierro y/o calcio; fenómeno denominado retención o fijación, dependiendo de la cantidad de fósforo incorporado y el tipo de suelo (Chilibroste et al. 1982, Hernández 1999).

La aplicación de fertilizantes conteniendo fósforo soluble al suelo altera el equilibrio del fósforo en el suelo incrementando el fósforo de la solución del suelo temporariamente hasta altas concentraciones. Con el transcurso del tiempo dicha disponibilidad se reduce debido a los dos tipos de reacciones que se diferencian en la velocidad con que se producen (Arias, citado por Silveira, 2005).

2.6. FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN

2.6.1. Manejo previo

Cualquiera sea el método de siembra que se va a aplicar, se deberá considerar todos los factores que afectan la germinación de las semillas, así como emergencia y establecimiento de plántulas a los efectos de proveer el medio apropiado para la implantación eficiente de las mismas (Carámbula, 2002b).

A tales efectos se debería:

- Alcanzar condiciones físicas, químicas y biológicas satisfactorias para la germinación, emergencia y establecimiento o anclaje de las especies sembradas.
- Eliminar o controlar competencia por parte de las especies establecidas o en vías de regeneración, ya sean adventicias (malezas) o pratenses.
- Prever una disponibilidad apropiada de nutrientes para promover el desarrollo de las plantas y el equilibrio en la composición botánica de la pastura.
- Disponer de cantidades adecuadas de humedad para la germinación y el crecimiento temprano de las plántulas (Carámbula, 2002b).

Las funciones citadas pueden ser logradas plenamente y sin lugar a dudas, cuando se realizan trabajos para siembras convencionales y siembras directas. Por el contrario, en siembras sin laboreo o coberturas, las especies introducidas deben enfrentar un microambiente muy particular dado por una competencia inmediata por parte de la vegetación establecida, un suelo compactado que impide la penetración de las raíces, una mineralización limitada de nutrientes y un almacenamiento bajo de agua, aspectos éstos que alcanzan el máximo de incidencias en las siembras en cobertura (Carámbula, 2002b).

2.6.2. Época de siembra

2.6.2.1. Generalidades

De nada vale aplicar los métodos de siembra más adecuados así como las densidades y profundidades de siembra más apropiadas y las fertilizaciones iniciales más ajustadas, si la época en que se instala la pastura no es correcta (Carámbula, 2002b).

Según Steppler et al. (1965), uno de los objetivos al fijar la época de siembra es lograr que las plántulas alcancen un estado de desarrollo rápido que les permita sobrevivir periodos anticipados de estrés, dados por condiciones ambientales desfavorables (Carámbula, 2002b).

La humedad, la temperatura y la interacción entre ambas variables climáticas son factores fundamentales que intervienen para definir la época de siembra. Por ello, generalmente, las condiciones de siembra ideales se presentan por lapsos cortos, por lo que resulta imprescindible evitar demoras (Carámbula, 2002b).

Con respecto a la época de siembra es importante destacar que esta debe realizarse en suelos tibios y húmedos después de lluvias efectivas de principios de otoño. Las instalaciones otoñales realizadas muy temprano tienen el inconveniente de que las plántulas deben competir con un tapiz estival en activo crecimiento hecho al que se le suman posibles riesgos de ocurrencia de deficiencias hídricas importantes (Carámbula et al., 1994).

Por el contrario un atraso en la siembra hacia el invierno enlentece los procesos de germinación y nodulación así como el crecimiento inicial de las especies sembradas, al tener que enfrentar estas bajas temperaturas. A ellos se agregan registros de muertes de plántulas por congelamiento a causa de las heladas (Carámbula et al., 1994).

Para la mayor parte del Uruguay la fecha de siembra óptima según muchos autores sería el período comprendido desde abril y hasta mediados de mayo, debido a que sería la época del año que tiene mayor probabilidad de ocurrencia de condiciones favorables para una siembra exitosa, teniendo en cuenta especialmente los factores climáticos como lo son lluvias y

temperaturas adecuadas (Millot et al. 1987, Byers et al. 1988, Bemhaja et al. 1997, Risso 1997, Clemente et al. 2000).

La elección de la fecha de siembra condicionará a las especies sembradas frente a distintos factores ambientales, los cuales afectarán de distinta forma la germinación, implantación, el establecimiento y la persistencia productiva de éstas. El peso seco de tallos y estolones de *Trifolium repens* es mayormente afectado por los factores climáticos que por el sistema de pastoreo de la pastura (Brink et al., citados por Silveira, 2005).

2.6.2.2. Humedad en el suelo

La germinación rápida y uniforme de las semillas se logra cuando el suelo presenta un contenido adecuado de humedad (Carámbula, 2002b).

En la mayoría de las oportunidades, la cantidad y distribución de las lluvias registradas inmediatamente después de las siembras han sido juzgadas como el factor físico ambiental que más afecta la implantación de las pasturas, debiendo ser complementado por temperaturas favorables si se pretende alcanzar el éxito. En otras palabras, para las siembras se debe aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la humedad del perfil del suelo y las temperaturas templadas (Carámbula, 2002b).

Si bien la falta de humedad impide la germinación y expone a las semillas al ataque de insectos o a un microambiente tal que provoca fallas graves en el proceso de nodulación de las leguminosas a causa de la muerte de los rizobios, un exceso de agua puede promover la muerte de semillas, fundamentalmente por falta de oxígeno (Carámbula, 2002b).

En cuanto a las necesidades de agua para la germinación, existen diferencias importantes entre especies. En general, las leguminosas requieren niveles de humedad menores que las gramíneas, ya que no solo la imbibición por parte de las semillas es más rápida, sino que alcanza en menor tiempo un contenido más alto de agua (Mc William et al., citados por Carámbula, 2002b).

La presencia de una capa de células especializadas que ubicada bajo las cubiertas seminales actuarían a modo de una esponja, la mayor capacidad para absorber agua del tejido embrionario de las leguminosas con respecto al de las gramíneas y la característica de poseer embriones de mayor tamaño, justifican la mayor adaptación que poseen las leguminosas

para germinar en ambientes con niveles restringidos de humedad (Carámbula, 2002b).

Sin embargo, en las leguminosas las altas velocidades de absorción están relacionadas con altas velocidades de deshidratación, con las consiguientes desventajas (Carámbula, 2002b).

2.6.2.3. Temperatura

En cuanto a la influencia de la temperatura, parecería que tanto la temperatura del suelo como la del aire, afectan el comportamiento de las semillas según la época de siembra (Herriot, citado por Carámbula, 2002b).

En estas latitudes la temperatura mínima del suelo disminuye desde enero hasta junio, para luego aumentar lentamente y alcanzar valores más altos en diciembre. A fines de verano las temperaturas máximas medias pueden alcanzar niveles excesivamente altos hasta 45° C, con efectos negativos en la germinación de las diferentes especies forrajeras. A partir de marzo, una temperatura media de 25° C contribuye a un mejor establecimiento de las pasturas. Sin embargo si las siembras se realizan en mayo, debido a que las temperaturas mínimas que se registran en este mes pueden alcanzar hasta 5 ° C, es muy posible que se produzca pérdida de plántulas y se registre un crecimiento muy lento en las sobrevivientes (Carámbula, 2002b).

A pesar de que cada especie posee temperaturas óptimas de germinación, es importante aclarar que los límites inferiores de las temperaturas afectan mayormente a las gramíneas perennes y a las leguminosas de ciclo estival como alfalfa y lotus, mientras que las gramíneas anuales invernales y los tréboles se muestran capaces de germinar a temperaturas más bajas (Carámbula, 2002b).

Sin embargo las leguminosas pueden también ver alterado su crecimiento por efecto negativo de las bajas temperaturas en el proceso de simbiosis. De ahí que las probabilidades en porcentaje de la ocurrencia de fríos y heladas tempranas en cada zona, resulta de gran valor para fijar las épocas de siembra (Carámbula, 2002b).

2.6.2.4. Intensidad lumínica

El ambiente lumínico de una cubierta vegetal es normalmente heterogéneo. La parte superior del mismo recibe la totalidad de la luz incidente, disminuyendo esta exponencialmente con la profundidad dentro de los estratos foliares (Debellis et al., 1995), esta modificación en la composición que va sufriendo la luz puede ser uno de los factores críticos que impiden el desarrollo de plántulas bajo una vegetación, con lo cual la germinación de algunas semillas puede verse promovida por determinada longitud de onda e inhibida por otras (Koller, Harper, citados por Debellis et al., 1995).

El éxito o el fracaso de una siembra es explicado por el efecto de la competencia por luz que se da entre las especies residentes y las introducidas, afectando el crecimiento y el establecimiento de las especies introducidas (La Paz et al., citados por Silveira, 2005).

2.6.3. Densidad de siembra

En el mejoramiento de campos, no se recomienda trabajar con densidades muy bajas ya que es sabido que las siembras no se realizan en las condiciones más favorables. Es importante visualizar que la combinación de densidades y fertilización inicial, inciden decisivamente en el costo, la productividad inicial, parcialmente en la estacionalidad y en gran medida, en la persistencia del mejoramiento. En general, mayores densidades, aseguran un establecimiento más uniforme y precoz, con un rendimiento inicial de forraje más alto. En el correr del primer año, el stand de plantas tiende a igualarse por competencia entre los mismos componentes y los rendimientos seguirán esa tendencia, hasta llegar a ser similares (Risso, 2005).

Cuadro No. 4: Densidades de siembra para las principales leguminosas empleadas en mejoramientos.

Leguminosas en la cobertura	Rango Densidad kg/ha
Trébol blanco	3 a 5
Trébol rojo	8 a 10
L. El Rincón	3 a 5
L. San Gabriel	8 a 12
L. Maku	2 a 4

Fuente: Risso (2005).

En el caso del trébol blanco (*T. repens*), se han comprobado importantes respuestas a incrementos en la densidad entre 3 y 6 kg/ha, duplicando el nivel de fertilización fosfatada inicial. En contraste, *Lotus subbiflorus* cv El Rincón resulta relativamente insensible a aumentos de la densidad entre 3 y 5 kg/ha, con baja respuesta a la duplicación de la fertilización inicial. *Lotus corniculatus* (cv San Gabriel), podría considerarse intermedio ya que muestra grandes diferencias en implantación al aumentar la densidad entre 8 y 12 kg/ha, y responde también a la duplicación de la fertilización inicial. *Lotus pedunculatus* cv Maku, una densidad de siembra de 3 kg/ha (2-4), permitirá consolidar mejoramientos con una interesante composición, pudiendo resultar de lento desarrollo inicial, también evidencia una importante respuesta al fósforo (Risso, 2005).

El número de semillas viables que determinaran el número de plántulas por metro cuadrado debería aumentarse a medida que el grado de perennidad de una especie se incrementa, dado que estas presentan un crecimiento lento y por lo tanto no con más riesgos que el que muestran las especies anuales (Carámbula, 2002b).

Al respecto, podría ser preferible utilizar densidades relativamente altas y lograr por pastoreo una pastura productiva y bien balanceada, que sembrar poblaciones bajas y pretender alcanzar una pastura productiva por

sucesivas resiembras naturales apoyadas por determinados manejos (Carámbula, 2002b).

En ningún caso las recomendaciones sobre densidades de siembra pueden ser rígidas, ya que deberán adaptarse a las situaciones actuales y particulares de las distintas chacras y potreros (Carámbula, 2002b).

2.6.4. Peso de las semillas y vigor inicial de las plántulas

El tamaño y/o peso individual de las semillas tiene efectos muy importantes sobre el comportamiento de las plántulas. En numerosas especies forrajeras existen evidencias de la existencia de correlaciones positivas y altamente significativas en el vigor de las plántulas y el peso de las semillas (Carámbula, citado por Silveira, 2005).

Cada especie responde a una determinada profundidad relativa de siembra. Así, por ejemplo, Stapledon y Wheeler (1948) observaron que mientras el *T. repens* presentaba un mejor establecimiento con siembras superficiales, *Dactylis glomerata* lo hacía en intermedias y *Lolium multiflorum* en las más profundas (Carámbula, 2002b).

Por lo general, a mayor tamaño de semilla, mayor profundidad. Las siembras profundas de semillas pequeñas pueden crear problemas graves, ya que muchas plántulas se perderán, unas porque germinan pero no logran emerger del suelo, otras por desarrollarse débiles y susceptibles a enfermedades y un tercer grupo presentara tasas de crecimiento bajas y serán dominadas por las especies de semillas más grandes y de mayor vigor inicial (Carámbula, 2002b).

Sin embargo, a veces las siembras algo más profundas pueden ser recomendadas cuando existen mayores posibilidades de alcanzar en el suelo niveles de humedad más favorables para la germinación. Al respecto, si se siembra muy superficial las plántulas pueden morir por falta de agua (Carámbula, 2002b).

Cuadro No. 5: Efecto de diferentes profundidades de siembra sobre el porcentaje de establecimiento.

Profundidad de siembra (cm)	Trébol blanco	Trébol subterráneo
0,6	94	79
1,3	91	96
2,5	83	98
3,8	72	96

Fuente: adaptado de Cullen por Carámbula (2002b).

2.6.5. Manejo de la semilla

2.6.5.1. Inoculación y peleteado

El fenómeno de nodulación es afectado por diferentes condiciones ambientales, constituyendo un proceso complejo digno de ser atendido con el mayor énfasis al instalar una pastura (Carámbula, 2002b).

Ello se debe a que en los nódulos de las leguminosas es precisamente donde se produce la reducción del nitrógeno gaseoso del aire en formas químicas utilizables por las plantas. Este proceso presenta una intensidad variable según la época del año y las horas del día. Así, Carrau et al., citados por Carámbula (2002b) observaron que mientras en primavera, en promedio, este proceso se producía al amanecer, a medida que transcurría el verano y el otoño se registraba sucesivamente más tarde al avanzar el día (Carámbula, 2002b).

En el conjunto de trabajos revisados, se ha podido constatar que mediante agro tecnologías adecuadas se puede favorecer dicho proceso y alcanzar nodulaciones exitosas mediante técnicas favorables de inoculación y peleteado (Carámbula, 2002b).

Con este fin y a los efectos de evitar fracasos, es imprescindible efectuar las siembras bajo ciertas condiciones las cuales se presentan a

continuación y que incluyen: instrucciones para el manejo del inoculante, instrucciones para la realización de la inoculación y el peleteado (Carámbula, 2002b).

Al usar el inoculante específico de cualquier especie leguminosa, el productor pone en funcionamiento un sistema biológico que tiene como consecuencia la fijación de nitrógeno atmosférico en el marco de un proceso de simbiosis entre la planta y el rizobio (Carámbula, 2002b).

Para que dicho proceso ocurra eficientemente es imprescindible que la preparación de la semilla para la siembra respete ciertas condicionantes que, de ser bien atendidas, aseguren el éxito del proceso involucrado (Carámbula, 2002b).

Para ello se debe tener presente:

Respecto al manejo del inoculante

- Tener en cuenta que en el inoculante se está manejando un producto que contiene bacterias vivas.
- No exponer el inoculante ni la semilla inoculada a temperaturas elevadas ni a la radiación solar directa.
- Observar si el inoculante está dentro del periodo de vigencia, de no ser así no utilizarlo.
- Mantener el inoculante hasta su uso en la heladera a 4° C.
- No abrir los paquetes de inoculante hasta el momento de su empleo.
- Recordar que los fungicidas (curasemillas) son todos biocidas, por lo tanto pueden afectar en mayor o menor grado el proceso de nodulación.
- No utilizar una partida de semillas de la cual se desconozca si ha sido sometida a tratamientos previos de fungicidas o insecticidas.
- Nunca realizar el curado de la semilla en la misma operación que la inoculación. Inocular cada especie por separado (Carámbula, 2002b).

Respecto a las instrucciones para realizar la inoculación y el peleteado

- No inocular en seco. Usar un producto adherente según las instrucciones específicas del envase.
- Preparar la solución adherente según las instrucciones dadas en el envase.
- Mezclar la solución adherente con el inoculante siguiendo las proporciones que se estipulan en el envase.
- Agregar la mezcla preparada sobre la semilla y entreverar ambos hasta que todas las semillas queden uniformemente cubiertas por ella.
- Incorporar sobre la semilla inoculada el polvo secante en la cantidad correspondiente y de una sola vez mezclar hasta que se observe que todas las semillas están cubiertas al cambiar de color de forma uniforme.
- Reforzar por lo menos al doble la dosis de los inoculantes, cuando la siembra se realice en suelos con limitantes, cuando la semilla por error haya sido tratada con un insecticida o fungicida, y cuando no se conozca bien las características del suelo y de las condiciones ambientales predominantes.
- Dejar orear la semilla inoculada y peleteada, extendida en capas finas y a la sombra.
- Inocular y peletear preferentemente solo la semilla que se va a sembrar en el día, evitando demoras entre la inoculación y la siembra (Carámbula, 2002b).

Es importante peletear la semilla debido a que no sólo contribuye a la incorporación de inoculante, sino que provee -según el tipo de polvo secante- un pequeño aporte de fósforo, y aumenta la absorción de agua favoreciendo la germinación de la misma. Este efecto es particularmente importante en suelos con poca humedad (Dowling et al., Risso, citados por Silveira, 2005).

2.6.6. Fertilización fosfatada a la siembra

Es bien sabido que la facilidad, la velocidad y la economía en la implantación de una pastura depende básicamente de la fertilidad inicial del suelo. Por esta razón, merece una muy especial atención conocer el estado actual del nivel de fertilidad de la chacra o potrero en los cuales se pretende introducir las nuevas especies (Carámbula, 2002b).

Cuando el nivel de fertilidad es bajo y la estructura del suelo es pobre, la implementación de la pastura se logra mejor en algunas situaciones únicamente, si en el itinerario técnico de su preparación se incluyen dos etapas: primero construir la fertilidad y segundo instalar la pastura permanente (Carámbula, 2002b).

Un error importante es considerar que existe una fertilidad estática, por lo que hay suelos pobres y suelos fértiles sin posibilidad de cambios en los mismos. La fertilización inicial con fosfato es absolutamente esencial para lograr una implantación exitosa, por lo que para alcanzar con ella la mayor eficiencia es imprescindible conocer la dinámica del fósforo en el suelo (Carámbula, 2002b).

Al respecto hay dos aspectos a tener en cuenta en dicha dinámica. En primer lugar, el fósforo se inmoviliza bastante rápidamente, siendo esta fijación mayor cuanto más pesado y ácido es el suelo. En segundo lugar, es un elemento de muy poca movilidad en el perfil. Esto sugiere que las dosis y localización del fósforo en el suelo afectan la capacidad de la planta para absorber dicho nutriente, como también la cantidad fijada por el suelo (Barber, citado por Carámbula, 2002b).

Ambos aspectos deben ser considerados con prioridad, ya que condicionan la manera de aplicación de los fertilizantes fosfatados en la implantación de las pasturas, debiéndose destacar como valiosísima la localización de los mismos, a los efectos de lograr la mayor eficiencia (Carámbula, 2002b).

Las plántulas de las leguminosas forrajeras en general y en especial las de las perennes tienen un crecimiento inicial muy lento y como consecuencia de ello sus sistemas radiculares son muy poco desarrollados.

Ello conduce a que el grado de exploración del suelo sea bajo (Carámbula, 2002b).

El fósforo, precisamente, estimula el crecimiento rápido de las raíces de las plántulas, siendo el nutriente fundamental para favorecer el establecimiento temprano de las mismas. Asimismo, dado que generalmente la instalación de las pasturas se realiza entrado el otoño, las temperaturas bajas que se registran en dicho periodo limitan la disponibilidad de fósforo y por lo tanto en todos los casos se debería favorecer la presencia de niveles apropiados de ese nutriente en la primera etapa del crecimiento de las leguminosas (Mallarino y Casanova, citados por Carámbula, 2002b).

Por consiguiente, teniendo en cuenta que las plántulas de las leguminosas perennes poseen sistemas radiculares restringidos, que las temperaturas bajas del otoño limitan la disponibilidad de fósforo en el suelo y que el crecimiento inicial de las mismas demanda concentraciones altas de este elemento para su crecimiento rápido y su nodulación temprana, se ha determinado en todas las situaciones que los fertilizantes rápidamente solubles permiten a las plántulas alcanzar un desarrollo inicial mayor y por lo tanto son más ventajosos para lograr la implantación rápida de las leguminosas (Carámbula, 2002b).

Por lo tanto, cualquiera sea la leguminosa forrajera a sembrar, se debe tener siempre en cuenta que resulta de gran importancia acelerar el primer crecimiento de sus plantas por el medio más efectivo que se disponga. En este sentido no se debe descartar ninguna posibilidad aplicable, tratando de lograr la mayor eficiencia del fertilizante fosfatado, ya que las ventajas que se logren desde un principio en la implantación, como consecuencia de aplicar un nivel inicial de fósforo adecuado, serán definitorias para alcanzar una pastura exitosa. Pero por sobre todo, si se pretende asegurar una buena implantación de las leguminosas resulta imprescindible utilizar dosis iniciales de fósforo altas, muy particularmente en suelos marginales, donde el primer crecimiento puede verse seriamente afectado (Carámbula, 2002b).

Por consiguiente, de acuerdo con los conceptos previamente presentados, antes de decidir acerca de la forma de aplicar el fertilizante fosfatado, en cuanto a dosis iniciales se refiere, es importante considerar los aspectos generales, que se exponen a continuación:

- La cantidad de fertilizante fosfatado que se requiere para establecer una pastura depende de las características del suelo, del contenido de nutrientes del mismo y de la especie forrajera que se va a sembrar.
- El éxito de la implantación de una pastura depende primariamente del umbral inicial de fósforo del suelo, natural o ajustado, ya que debe quedar bien claro que cuando se implanta una pastura, las especies que se siembran se comportan como plantas parasitas del suelo al que son introducidas.
- Dado el bajo contenido de fósforo de muchos suelos de la región, cuando no se realizan aplicaciones iniciales a la siembra de la pastura o cuando estas son bajas, la población de leguminosas presentes será muy pobre, siendo afectadas fundamentalmente las especies exigentes en fertilidad como la alfalfa y los tréboles blanco y rojo, mientras que todos los lotus prosperaran sin dificultades ante dichas disponibilidades menores.
- La fertilización inicial con fósforo produce en todas las especies efectos progresivamente mayores a medida que se incrementa la dosis, lo cual se observa claramente aun cuando no se realicen refertilizaciones en los primeros años subsiguientes a la siembra. En estas situaciones, la residualidad de la fertilización inicial sigue afectando favorablemente la producción de forraje.
- El efecto positivo de dosis iniciales elevadas de fósforo es tal que, aun cuando se realicen refertilizaciones adicionales altas de este elemento por aplicaciones bien programadas, es posible registrar respuestas biológicas destacables, particularmente en especies demandantes de buena fertilidad, como alfalfa y los tréboles blanco y rojo.
- Cuanto más alta sea la respuesta inicial al fósforo, más rápida será la entrega de forraje y, por consiguiente, también el retorno del capital invertido (Carámbula, 2002b).

2.7. LOS NUTRIENTES Y SU CONCENTRACIÓN EN LAS LEGUMINOSAS

2.7.1. Distribución de los nutrientes y rangos de concentración de nutrientes en las leguminosas

Durante el crecimiento de las hojas, la zona basal de las mismas, en donde se producen nuevas células, pueden contener hasta un 7,5% de nitrógeno (N), pero dicha concentración disminuye a medida que las células crecen y una proporción creciente del N se incorpora a las proteínas de las enzimas fotosintéticas (Whitehead, 2000).

Las hojas jóvenes en su totalidad pueden contener aproximadamente 4,5% de N, algo del N absorbido por las plantas puede ser reutilizado varias veces durante la etapa de crecimiento, en parte como resultado de la fotorrespiración que libera amoníaco, y en parte debido a la removilización de las proteínas de hojas senescentes (Whitehead, 2000).

Las concentraciones de N en las gramíneas y leguminosas son por lo general de entre 1,0 y 5,0%. Dicha concentración está determinada por tres factores principales: 1) el suministro de nitrógeno disponible en el suelo; 2) las diferencias entre gramíneas y leguminosas; y 3) el estado fisiológico de las plantas (Whitehead, 2000).

Las concentraciones de todos los nutrientes minerales en una muestra de pastura poseen amplias variaciones, incluso dentro de la misma especie y dentro de áreas geográficas limitadas (Whitehead, 2000).

2.7.2. Concentración crítica

La concentración crítica se toma a menudo por ser concentración asociada con un rendimiento de 5% o 10% debajo del máximo, aunque a veces con el mismo rendimiento máximo (100%). Esta diferencia en la definición es indudablemente responsable de variaciones en las concentraciones críticas informadas por varios autores (Scott 1981, Kelling et al., citados por Whitehead 2000).

La concentración crítica de N es muy dependiente de la etapa de madurez, y cualquier concentración crítica propuesta debe ser en relación

con una parte específica de la planta y su edad en el momento de muestreo (Whitehead, 2000).

Para el *T. repens* la concentración crítica de N en la hoja + el peciolo después de 4 semanas post-pastoreo es de aproximadamente 3,5% y en 15 semanas post-pastoreo para la planta entera (incluyendo raíces) es de alrededor del 3,2 (Whitehead, 2000).

2.7.3. La influencia de la especie de planta y la variedad en la concentración de los nutrientes

A menos que reciban un gran aporte de fertilizantes nitrogenados, las gramíneas tienen generalmente una menor concentración de N que las leguminosas. La concentración de N en gramíneas jóvenes oscila en 1% y 4,5 % en etapas maduras, mientras que la concentración de *T. repens* suele estar entre 2,5 % y 5,5 % (Whitehead, 2000).

Las diferencias en concentración de N entre especies de gramíneas son por lo general pequeñas. Sin embargo, cuando realizamos comparaciones en una fecha determinada en primavera, pueden existir diferencias entre especies, incluso variedades de una misma especie, debido a las diferencias en la velocidad a la que la planta madura (Whitehead, 2000).

Los datos comparativos de concentración de N en *T. repens*, *T. pratense*, *M. sativa*, muestran concentraciones de N que son considerablemente mayores en el *T. repens* que en las otras especies. Esto es probablemente por una mayor proporción de parte aérea en el *T. repens* (Whitehead, 2000).

2.7.4. La influencia de fase de madurez de las plantas forrajeras en las concentraciones de los elementos minerales

La concentración de N disminuye notablemente con el avance en la madurez, debido principalmente al aumento relativo de la pared celular y la disminución del citoplasma (Whitehead, 2000).

En las leguminosas, la disminución es menos importante que en las gramíneas y se muestra mayor variación entre especies. *Trifolium repens*, en particular, muestra un cambio pequeño en las concentraciones de nitrógeno, fósforo y azufre, mientras que *Trifolium pratense* y *Medicago sativa* están en una posición intermedia entre *Trifolium repens* y las gramíneas (Whitehead, 2000).

2.7.5. La influencia de los factores estacionales en la concentración de los nutrientes minerales en plantas forrajeras

Cuando los efectos ocasionados por la madurez son evitados por defoliaciones regulares durante la estación de crecimiento, los cambios en la concentración de los nutrientes son menos marcados (Whitehead, 2000).

Sin embargo, la concentración es más baja en verano que en primavera y otoño. El efecto del estado hídrico del suelo a largo plazo parece reducir la concentración de nutrientes al igual que la intensidad de la luz, ya que con una mayor intensidad de la luz tiende a reducir la concentración de nutrientes (Whitehead, 2000).

2.8. EL NITRÓGENO Y EL FÓSFORO EN LAS LEGUMINOSAS

2.8.1. El nitrógeno en las plantas forrajeras

El nitrógeno es requerido por las plantas en cantidades mayores que cualquiera de los otros nutrientes. Con la excepción del N adquirido por simbiosis en las leguminosas, las plantas absorben casi todo el N a través de las raíces como nitrato y los iones de amonio (Whitehead, 2000).

Las leguminosas que son activas fijadoras de N_2 tienen una alta concentración de N en los nódulos de sus raíces (4,5 a 9,0 % N), y la concentración en general por lo tanto es mayor en leguminosas que en gramíneas (Whitehead, 2000).

La concentración de N en las raíces de *Trifolium repens* es generalmente entre 2 y 4 %, mientras que la concentración en *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* son más bien bajas. En las raíces de *Medicago sativa* y en menor grado *Trifolium pratense*, hay una variación estacional en

la concentración de nitrógeno, tendiendo a aumentar el nitrógeno hacia fines del otoño e invierno y reduciéndose como consecuencia del crecimiento al inicio de la primavera. La defoliación también causa removilización de N a partir de raíces de crecimiento hojas nuevas, tanto en gramíneas como en leguminosas (Whitehead, 2000).

Dentro de la parte aérea de las leguminosas, la concentración de N es más alta en las láminas de las hojas. Los valores medios para *Trifolium repens* de una pastura pastoreada era de 5,6 % en lamina, 2,9 % en los peciolos y 2,7 % en los estolones (Whitehead, 2000).

2.8.2. El fósforo en las plantas forrajeras

El rango normal para la concentración de fósforo en las gramíneas y en la parte aérea de las leguminosas oscila entre 0,1- 0,6 %. La concentración crítica de fósforo disminuye con la madurez, y si la fase de madurez no se define bien, este efecto puede tenerse en cuenta relacionando la concentración de fósforo con el contenido de nitrógeno o contenido de fibra (Whitehead, 2000).

Entre las especies de leguminosas, *Trifolium repens* por lo general tiene una mayor concentración de P que *Trifolium pratense* y *Medicago sativa*, esto probablemente reflejado por la mayor proporción de hojas. Sin embargo, en un estudio realizado en EE.UU., la concentración de fósforo era más alta en *Medicago sativa*, esta llegaba a 0,41 % en tanto el *Lotus corniculatus* llegaba a 0,40, mientras que el *T. repens* y *T. pratense* era de 0,30 % (Bruto y Jung, citados por Whitehead, 2000).

Entre las leguminosas hay una disminución bastante estable en la concentración de P en la parte aérea a medida que avanza la madurez sobre todo para *M. sativa*, *T. pratense* y *Lotus (L. corniculatus)*, pero es menos marcada para *T. repens* (Thomas et al. 1952, Van Riper y Smith 1959, Fleming y Coulter 1963, Davies et al. 1966, 1968, Whitehead y Jones 1969, Baker y Reid, citados por Whitehead 2000).

Las diferencias en el suministro de agua parecen tener un efecto mayor y más consistente que las diferencias en la temperatura. Hay varios informes que son consistentes en afirmar que la concentración de fósforo en la pastura disminuye por deficiencias hídricas o aumentó por un incremento de la humedad (Chilibroste et al. 1982, Whitehead 2000). Sin embargo, en contraste con estos resultados, una investigación mostró que la

concentración de fósforo en *M. sativa* es más baja en un año húmedo que en un año seco, y este comportamiento se atribuyó al efecto de la dilución del fósforo debido a una mayor producción de materia seca (Kilmer et al. 1960, Markus et al. 1965).

2.9. CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO SEMBRADO

2.9.1. Género *Trifolium*

Es un género originario de Europa, Asia, África y América de zonas templadas a frías y tiene cerca de 300 especies distribuidas en el mundo. En el país vegetan: dos especies cultivadas en praderas permanentes *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Trifolium pratense* (trébol rojo); otras exóticas como el *T. subterraneum* (trébol subterráneo), *T. fragiferum* ssp. *Bonnanii* (presl), trébol frutilla de considerable extensión de cultivo en zonas bajas y húmedas que aparece subespontáneo en pajonales y bordes de cañadas, *T. campestre* Schreber y *T. dubium* Sibthorp, muy similares entre sí, también escapados de cultivo, *T. resupinatum* L. y *T. arvense* L., entre otras. Las especies indígenas comprenden 5 entidades que son: *T. polymorphum* Poir, *T. polymorphum* var. *Grandiflorum* Parodi, *T. argentinense* Speg., *T. riograndense* Burkart, *T. riograndense* var. *Pseudocalyculatum* del Puerto. Estas últimas consideradas todas forrajeras y melíferas (Izaguirre, 1995).

El género *Trifolium* pertenece a la tribu *Trifolieae* a la subfamilia *Papilionoideae* (también conocido como *Faboideae*), familia *Fabaceae*. Las distintas especies pertenecientes a este género presentan hábitos de crecimiento muy diferentes y mecanismos de rebrote distintos, por lo que muestran respuestas contrastantes a la defoliación (Williams 1987, Carámbula 1996).

Son plantas herbáceas, anuales o perennes, glabras o pubescentes, erectas o rastreras; hojas trifoliadas con folíolos denticulados y estípulas membranáceas soldadas al pecíolo; flores blancas, amarillas, rosadas o violáceas reunidas en inflorescencias axilares capituliformes pedunculadas con o sin brácteas, a veces con flores subterráneas cleistogamas. Cáliz campanulado o tubuloso 5-10-multinervado (en los indígenas siempre 10), persistente, corola marcescente, los 4 pétalos superiores unguiculados, alargados algo soldados al tubo estaminal, el estandarte generalmente sin

uña; estambres diadelfos con anteras iguales; ovario 1-4-semiadao, estilo glabro recto o incurvo; fruto utrículo que encierra una vaina pequeña 1-4-semiada de cáliz persistente y a veces también corola, casi indehiscente. Semilla de radícula dirigida hacia la placenta, con germinación epigea y primer hoja unifoliada (Izaguirre, 1995).

2.9.1.1. Características de la especie *Trifolium repens*

Planta perenne de porte rastrero, glabra, con raíz recta pivotante y a veces con rizoma vertical ramificado y tallos estoloníferos radicales, de ápice ascendente de hasta 25-30 cm de alto en suelos fértiles (Izaguirre, 1995).

Hojas de peciolo largos de hasta 7-35 cm de largo. Estipulas membranáceas, blancas con nervios verdosos, abrazadoras anchamente lanceoladas de hasta 1,5 cm de largo, terminadas en diente agudo. Peciolo cortísimo el central ligeramente mayor con pocos pelos flexibles. Folíolos obovados a obcordados de base aguda, ápice amarginado a redondeado, penninervados con nervios laterales traslucidos y margen denticulado; de 1,5 (-4,5) cm de largo y 1,3 (-3,8) cm de ancho, generalmente manchados con banda en V blanquecina o excepcionalmente violácea en cara superior, discolores. Pedúnculos axilares solitarios más gruesos y largos que los peciolo de 5-30 (-37) cm de largo, estriados, a veces con pelos dispersos flexuosos, terminados en cabezuelas laxas y multifloras, globosas, de 1,5-2,5 (-3,5) cm de diámetro (Izaguirre, 1995).

Flores blancas o blanco rosadas perfumadas, pediceladas. Pedicelo cilíndrico de 3,5 mm en las flores centrales, los de las inferiores externas bastante menores, finalmente muy rollejos al madurar. Brácteas pequeñísimas, membranosas, triangulares, 1-nervadas, finamente delgadas, menores que los pedicelo. Cáliz tubuloso 10-nervado; tubo asimétrico de 3 mm, blanco con nervios verdes y tonalidades rojizas en la comisura entre los dientes donde también hay a veces mechoncitos de pelos. Dientes desiguales lanceolado-acuminados, menores que el tubo, los vexilares de 2,5 mm de largo y los carinales de 1,5-2 mm. Corola blanca durante la antesis a veces volviéndose algo rosada al marchitarse, dos veces el largo del cáliz, marcescente. Estandarte oblongo-elíptico de 8-9 mm de largo y 22-4,5 mm de ancho, plegado. Alas de 7 mm de largo algo divergentes, adheridas a la uña de la quilla, de 3,5 mm de largo con aurículas ventrales callosas blancas. Quilla ligeramente menor que las alas con lamina soldada

en los $\frac{3}{4}$ superiores con pequeña prolongación dorsal, de base angostada gradualmente hacia la uña también adherida al tubo estaminal que es hendido ventralmente de 5 mm de largo. Estambre vexilar mas largo que los otros cuyo largo disminuye gradualmente hacia la hendidura. Ovario de 2,5 mm de largo alargado. Estilo persistente, curvado de 3,5 mm de largo (Izaguirre, 1995).

Fruto vaina linear comprimida ligeramente constricta entre las semillas, envuelta en el perianto marcescente, epiculada con 3-5 semillas globoso-reniformes, a la madurez pardo-anaranjadas (Izaguirre, 1995).

Tratándose de una especie de fecundación cruzada, su auto-esterilidad impide la formación de semilla sin la ayuda de vectores que, como las abejas, ejercen la función de transporte del polen de una planta a la otra (Izaguirre, 1995).

Es una leguminosa perenne estolonífera de ciclo invernal, pero su mayor producción se registra en primavera. Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez que cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo (Carámbula, 2002a).

El *T. repens* es la leguminosa más utilizada en aquellas zonas donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante. De lo contrario, sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano. En estos casos se comportaría como una especie anual, dependiendo su persistencia en la pastura de una buena resiembra anual (Carámbula, 2002a).

Si bien no crece en forma adecuada en suelos pobres, muy ácidos o arenosos, produce buenos rendimientos en la mayoría de los suelos siempre que tengan suficiente humedad y cantidades adecuadas de fósforo. Prospera en suelos fértiles, particularmente arcillosos. En suelos arenosos será necesario elevar el nivel de fertilidad previo a la implantación de la especie (Carámbula, 2002a).

La presencia del *T. repens* en las pasturas de la región es sumamente valiosa aun cuando debido a condiciones de sequia la población de estolones se vea seriamente reducida. En estos casos la densidad de esta especie debe ser alcanzada por reclutamiento de nuevas plantas, para

lo que se deberá prever siempre la presencia de un banco importante de semillas en el suelo (Carámbula, 2002a).

Por consiguiente, esta especie posee la capacidad de persistir tanto vegetativamente como por semillas duras, dualidad especialmente valiosa para ocupar nichos vacíos en las pasturas. Aun cuando se comporte como especie anual, las ventajas que ofrece esta especie son inapreciables (Carámbula, 2002a).

La gran adaptación del *T. repens* al manejo intensivo y los altos rendimientos de materia seca que produce se debe a que posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemos contra el suelo, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior (Carámbula, 2002a).

Si bien se adapta a sistemas de pastoreo intensos, el *T. repens*, al igual que todas las plantas forrajeras, se ve afectado por manejos severos y exagerados. Lo más adecuado es aplicar manejos que permitan mantener plantas vigorosas que presenten mayor longitud de estolones por área de suelo e incrementos en el diámetro de los mismos, mayor peso individual de las hojas, así como mayor proporción de hojas cosechables. El *T. repens* no es de floración terminal y aunque florezca, el estolón puede seguir creciendo. No obstante bajo pastoreos muy intensos y frecuentes pierde su habilidad competitiva (Carámbula, 2002a).

Entre los caracteres que hacen al *T. repens* una de las especies más importantes para utilizar en las pasturas, lo son su elevado valor nutritivo y su habilidad para fijar cantidades muy apreciables de nitrógeno. Sin embargo los riesgos por meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados. (Carámbula, 2002a).

Los cultivares de *T. repens* se agrupan o clasifican en “tipos” asociados a determinadas características, siendo la principal el tamaño de hojas. (Carámbula, 2002a).

En este sentido se reconocen tres grandes grupos según presenten hoja pequeña, intermedia o grande (García, 1996). De acuerdo con Caradus (1989), nombrado por el autor precedente, los criterios principales para distinguir entre grupos además del tamaño de la hoja, se debe citar la cianogenesis (presencia de glucósidos que por hidrólisis enzimática liberan ácido cianhídrico), aunque esta sustancia no se presenta normalmente en

todas las procedencias y en las que poseen no origina problemas en los animales (Carámbula, 2002a).

En este sentido es posible agruparlos en:

- Cultivares de hojas pequeñas: este grupo incluye los tipos salvajes, que son muy postrados, de estolones largos y hojas y flores pequeñas, ciclo corto y bajos rendimientos. Su supuesta virtud principal es la persistencia; sin embargo este carácter dependería de ciertos factores tales como manejo, fertilización y enfermedades (cvs. Kent Wild, Aquiles y S. 184).
- Cultivares de hojas tamaño intermedio: poseen caracteres intermedios entre ambos grupos extremos y se usan principalmente en pasturas de media a corta vida, por ejemplo cvs. Estanzuela Zapicán, El Lucero, Bagê, Huía, etcétera.
- Cultivares de hojas grandes: En este grupo la mayoría de los tréboles son del tipo ladino, de porte más alto, presentan estolones gruesos y hojas y flores grandes. Son de muy buena producción en condiciones húmedas, pero siempre que el manejo sea aliviado. En varias oportunidades se ha sostenido que este grupo posee mayor resistencia a la sequía. Sin embargo, parecería que dicho carácter no es un atributo de cada grupo, sino que puede modificarse ampliamente por la humedad, la fertilidad del suelo y el manejo de la defoliación (Carámbula, 2002a).

Dado que los cultivares de hojas pequeñas presentan además reducciones importantes de todas las partes vegetativas, a pesar de aceptar pastoreos intensos y prolongados, carecen de importancia agronómica en la región. Por el contrario, los cultivares de hoja grande se caracterizan por un desarrollo vigoroso, particularmente en primavera, lo que permite ser utilizado para ensilaje y henificación no sin algunas dificultades. Este grupo se caracteriza por exigir suelos más húmedos y por no tolerar los pastoreos continuos, aceptando mejor los pastoreos rotativos (Carámbula, 2002a).

En cuanto al grupo de hojas de tamaño intermedio, estos poseen diferentes porcentajes de biotipos de ambos grupos extremos, por lo que la mayor o menor presencia de estos podrá ser alterada según el manejo al que sea sometida la pastura (Castro, citado por Carámbula, 2002a).

Este autor sugiere además que en general los tréboles de este grupo presentan una mayor rusticidad que los cultivares de hojas grandes al ser menos exigentes en humedad y fertilidad pero más tolerantes al pastoreo (Carámbula, 2002a).

El *T. repens* no se siembra puro a excepción de que sea destinado a producir semilla. Cuando va a ser pastoreado requiere ser acompañado por una gramínea, ya que de lo contrario el forraje que produzca será desbalanceado y potencialmente riesgoso de que se registren casos de meteorismo (Carámbula, 2002a).

En estas mezclas, algunos autores han encontrado que si bien tanto el trébol blanco como el trébol rojo fijaban la misma cantidad de nitrógeno, la cantidad de nitrógeno transferida a la gramínea asociada era el doble que la del trébol rojo, demostrando una vez más que el trébol blanco exhibe, después de una desfoliación, un crecimiento más rápido de las raíces y una renovación más rápida de los nódulos (Carámbula, 2002a).

La alta digestibilidad y su excelente apetecibilidad caracterizan al trébol blanco superando a cualquier otra leguminosa forrajera, incluyendo la alfalfa (Carámbula, 2002a).

La vida productiva de esta especie en una pastura, está condicionada a un proceso eficiente de formación y enraizamiento de estolones hijos y a la aparición de plantas nuevas como consecuencia de la resiembra natural (Westbrooks y Tesar, citados por Carámbula, 2002a).

Así, mientras en suelos fértiles y húmedos la persistencia de esta especie en la pastura depende básicamente de un buen manejo de pastoreo controlado, que apoye la formación y enraizamiento de los estolones hijos, en los suelos menos fértiles y con riesgos de sequías en verano, su presencia depende radicalmente de la autoresiembra natural. Esto se debe a que solo las plantas nuevas poseen raíz pivotante, que les permite sobrevivir mejor al verano. Por consiguiente, se debe tener siempre en cuenta que la población de plantas que sobreviven al periodo estival esta en relación directa con la población de estolones, el numero de nódulos enraizados y la cantidad de puntos de crecimiento por estolón. Cuanto más alto sean, más rápida será la recuperación luego de un periodo seco (Carámbula, 2002a).

- Comportamiento en cobertura

El lento crecimiento inicial de esta especie, constituye una limitante para su utilización en siembras en cobertura. Además, sus elevados

requerimientos de fósforo y su sensibilidad al sombreado (Smetham, 1981) y a la falta de agua, limitarán su utilización a un rango de condiciones no muy amplio. No obstante, es muy común el uso de *T. repens* en mejoramientos de campo natural, tanto en nuestro país como en otras regiones, lográndose en muchísimos casos resultados plenamente satisfactorios (Methol y Solari, 1994).

La posibilidad de lograr buenas implantaciones y persistencias productivas, si bien está estrechamente relacionada a la ocurrencia de condiciones ambientales aceptables, generalmente va asociada a determinadas prácticas de manejo (Methol y Solari, 1994).

2.9.1.2. Características de la especie *Trifolium pratense*

Planta bianual, trianual o perenne, tendida, generalmente erecta, cespitosa y pubescente, robusta de hasta 25-80 cm de alto con raíz pivotante vertical a veces ramificada (Izaguirre, 1995).

Hojas digitado-trifolioladas con peciolo de 8-25 cm de largo que se acorta gradualmente hacia el ápice de la planta. Estipulas membranosas, nervosas de hasta 2 cm de largo y 6 mm de ancho, triangulares, soldadas en sus 2/3 partes al peciolo con el ápice libre abruptamente agudo a subulado con pelos en el ápice. Foliolos largamente obovados a elípticos-lanceolados de base cuneada y ápice obtuso a agudo, con mancha clara en v en la cara adaxial, mas pubescente en la abaxial, denticulados, de hasta 4 cm de largo y 2,3 cm de ancho. Cabezuelas terminales solitarias de 20-40 mm de diámetro, subsésiles e involucradas sustentadas por 2 hojas sésiles grandes de estipulas anchas y a veces alguna menor interna (Izaguirre, 1995).

Flores roseas o rosado-lilas raramente blancas de 1,3-1,8 mm de largo, erectas, pedicelos menores que las brácteas membranosas, triangulares de 2 mm de largo, fimbriadas. Cáliz tubuloso-campanulado 10-nervado, con nervios rosados más oscuros y dientes triangulares filiformes con pelos en el margen, el carinal más largo que los otros y que el tubo veloso que tiene 3 mm de largo, con mechoncitos de pelos en la comisura de los dientes. Estandarte alargado de 1,4 cm de largo muy adherido a las alas en la base angosta, casi semejando un tubo y ápice retuso. Alas con uñas de 1 cm y lamina de 4 mm de largo y 2 mm de ancho con aurículas ventrales por las que se adhiere a la quilla al igual que a lo largo de la uña. Quilla de largo menor. Estambres con tubo hendido ventralmente y soldado

a la quilla en toda su longitud con estambres carinal de filamento aplanado y alado. Ovario de 1 mm de largo y estilo de 1,2 mm; estigma lateral (Izaguirre, 1995).

Fruto oval de ápice engrosado con 2-3 semillas (Izaguirre, 1995).

Especie polimorfa con numerosas variedades, muy variable en indumento, tamaño y forma de folíolos y color de las flores, que apareció en una primera etapa como maleza de alfalfares. Se identifica por su porte erecto y tallos sólidos no rizomatosos o estoloníferos. Es común su alta producción en praderas de suelos húmedos, aunque prospera igualmente en suelos de baja fertilidad, pesados o de horizonte superficial (Izaguirre, 1995).

Se cultiva extensamente siendo una de las especies de leguminosas preferidas para las praderas mixtas artificiales sobre todo en la zona sur y litoral del país. Tiene el inconveniente de producir elevados índices de meteorismo en ganado en pastoreo directo, aun mas que *T. repens*, quizás porque el volumen y succulencia del forraje son relativamente mayores (Izaguirre, 1995).

De origen euro-asiático, se ha naturalizado en América en regiones templado-frías y con elevado índice de humedad (Izaguirre, 1995).

La floración puede prolongarse hasta el otoño y a veces llega a cosecharse hasta abril. Su producción estival es actualmente muy importante en sistemas intensivos. No es de fácil propagación por resiembra natural (Izaguirre, 1995).

Se trata de una especie de excelente comportamiento productivo, ofreciéndose como muy importante en sistemas intensivos de producción, donde resulta ser preferida para constituir mezclas forrajeras tanto de gramíneas anuales como con gramíneas perennes (Carámbula, 2002a).

En dichas circunstancias aporta siempre forraje temprano debido a su muy buena precocidad, pero debe considerarse siempre que se trata de una especie perenne de vida corta debido a la presencia de enfermedades y a que su resiembra natural no es confiable. Por lo tanto en pasturas constituidas por gramíneas perennes, deberá ir siempre acompañada por alguna leguminosa perenne de vida larga, que posea buena sanidad y se resiembra naturalmente sin dificultades como el *T. repens* (Carámbula, 2002a).

De ahí que, si bien básicamente muchas veces es clasificada como una especie perenne, normalmente sea considerada como una especie bianual, debido a que no solo el primer verano muchas plantas mueren por el efecto de una o más enfermedades de raíz y corona, sino que además como se ha expresado previamente su resiembra natural es muy poco eficiente (Carámbula, 2002a).

Desde el punto de vista agronómico esta especie puede ser agrupada en tres tipos:

- Floración temprana: este grupo se distingue básicamente por su época de floración y por su crecimiento temprano en primavera. Se adapta mejor a pasturas de vida corta y requiere suelos de alta fertilidad.
- Floración intermedia: los cultivares pertenecientes a este tipo florecen hasta aproximadamente dos semanas después que los anteriores y son más tardíos en su producción primaveral. Generalmente son más persistentes que los de floración temprana. Producen buenos rendimientos de heno, pero su rebrote no es del todo satisfactorio.
- Floración tardía: en este tipo se incluyen aquellos tréboles que florecen de dos a tres semanas más tarde que los de floración intermedia y un mes después que los primeros. Su crecimiento primaveral es más tardío, siendo los de mayor persistencia, por lo que se utiliza en praderas de vida mediana a larga. Presentan buenos rebrotes luego de un corte para conservar (Carámbula, 2002a).

De ahí que la elección de un cultivar de *T. pratense* a utilizar depende del destino que se dará a la pastura, con referencia a las necesidades de forraje en invierno o verano o de la posibilidad de utilizar o no otras leguminosas (Carámbula, 2002a).

En cuanto a sus exigencias en suelos, tolera bien la humedad en invierno y responde de manera excepcional al riego en verano, constituyendo junto al *Dactylis glomerata* una mezcla de gran producción estival. En los suelos ácidos, por sus bondades puede ocupar el lugar de la alfalfa (Carámbula, 2002a).

Debe sembrarse temprano en el otoño, dado que sus plántulas son sensibles al frío. En siembras oportunas, compite fuertemente con otros

pastos y leguminosas, particularmente bajo condiciones favorables de humedad y temperatura y producen altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para pasturas permanentes, las cuales normalmente no son muy productivas en el primer año y principios del segundo (Carámbula, 2002a).

Debido a su sistema radicular medianamente profundo es menos resistente a la sequía que el *Lotus corniculatus* y *Medicago sativa*, y responde de forma notable al riego (Carámbula, 2002a).

A raíz de que su manejo de defoliación es similar al de la alfalfa, se adapta más a pastoreos rotativos o cortes que a pastoreos continuos. En cuanto a su ventaja para hacer reservas, se trata probablemente de la leguminosa más adecuada para ser ensilada, aun temprano en su ciclo, ya que presenta en comparación con *M. sativa* una muy buena digestibilidad asociada a un contenido de proteínas ligeramente inferior y a un contenido de glúcidos más alto que aquella (Carámbula, 2002a).

Para pastoreo se recomienda siempre sembrarla asociada a una gramínea como *Lolium multiflorum*, cualquiera sea su ciclo anual o bianual. De esta manera se controlara mejor el alto poder meteorizante de esta especie, así como su actividad estrogénica, como consecuencia de su riqueza en isoflavonas (Muslera y Ratera, citados por Carámbula, 2002a).

En cuanto a su utilización, el *T. pratense* nunca debería ser pastoreado con ovinos, ya que la muerte de plantas que ocurre generalmente en esta especie en verano, puede verse incrementada sensiblemente. Por el contrario, el *T. pratense* puede hacer aportes muy importantes en los vacunos, particularmente en sistemas de producción intensiva como los tambos, en los que los pastoreos deberían ser realizados de manera rotativa (Carámbula, 2002a).

De acuerdo con Langer (1990), un importante rol del *T. pratense* es el de ser sembrado puro, para ser cosechado en forma de heno o ensilaje, remplazando a *M. sativa*, cuando algunas restricciones de los suelos impiden utilizar esta leguminosa (Carámbula, 2002a).

- Comportamiento en cobertura

El tamaño de sus semillas permite un vigoroso crecimiento inicial y un rápido establecimiento, atributos que le otorgan ventajas competitivas en siembras en cobertura. A pesar de esto, su reducida capacidad de extenderse, sus requerimientos de manejo cuidadoso (Madero et al., 1958a)

y su escasa resiembra, determinan una reducida probabilidad de persistencia en mejoramientos extensivos (Methol y Solari, 1994).

Su utilización puede resultar muy útil cuando se pretende obtener volúmenes importantes de forraje de calidad, en períodos cortos (Methol y Solari, 1994).

2.10. ANTECEDENTES DE RESULTADOS DE IMPLANTACIÓN Y DESARROLLO DE LAS ESPECIES SEMBRADAS

2.10.1. Generalidades

El establecimiento o porcentaje de implantación se refiere al número de plántulas que se establecen en la pastura y se expresa como porcentaje del número de semillas viables sembradas (Carámbula, 2002b). En base a esta definición este indicador se ve directamente relacionado con la densidad de siembra necesaria para lograr un determinado número de plantas/m². A medida que aumentamos el porcentaje de implantación será necesaria una menor densidad de siembra para obtener una misma población, determinando un menor costo por hectárea.

El desarrollo se refiere al estadio que se encuentran las plantas de las especies evaluadas en un momento determinado, siendo estos a los 40, 60 y 90 días post siembra. Como forma de cuantificar la velocidad de desarrollo se elaboró un índice. Este se calcula como la sumatoria de las frecuencias de cada estadio de desarrollo ponderado por un factor que nos indica el grado de madurez.

2.10.3. Resultados para *Trifolium repens*

- De implantación:

A los 110 días, momento más definitivo en relación al número de plantas que efectivamente aportarían forraje en adelante, el porcentaje de implantación para la cobertura fue de 68,6 % para dicha especie (Ferenczi et al., 1997).

En cuanto al número de plantas se encontraron para *T. repens* en cobertura a los 40 días post siembra 80 plántulas/m², mientras que para los 110 días se encontraron 45 plántulas/m² (Ferenczi et al., 1997).

Se observó que existió una disminución neta de la población de plántulas entre las fechas de muestreo. Estos resultados concuerdan con Curll y Gleeson (1987), que encontraron que el número de plántulas de *T. repens* y *T. pratense* declinó en todos los tratamientos (siembra directa con mínimo laboreo en la banda y cobertura, con y sin herbicida) (Ferenczi et al., 1997).

Antecedentes de porcentaje de implantación y densidad de plantas a los 120 días en Uruguay en siembras en cobertura indican rangos de 28-38 % de implantación para *T. repens* y entre 20-120 plantas/m² (Arias y Paperan, 2001).

A los 60 días de la siembra se observó una muy buena germinación e instalación de los 4 cultivares de *T. repens* estudiados, ya que se obtuvo un mínimo de 627 plantas/m². Y a los 115 días se obtuvo un mínimo de 428 plantas/m² (Arias y Paperan, 2001).

Para el tratamiento testigo (sin remover el tapiz), se obtuvo un porcentaje de implantación para *T. repens* de 24,9 % para los 40 días post siembra (Félix et al., 1998).

Para los 90 días post siembra se encontraron 49 plantas/m² y un 15 % de establecimiento (Félix et al., 1998).

Cuadro No. 6: Antecedentes nacionales sobre resultados de siembras en cobertura en número de plantas/m².

Año	Días de conteo	Referencias	<i>T. repens</i>
1988	120	Risso y Morón (1990)	190
1989	120	Risso y Morón (1990)	55
1992	120	Methol y Solari (1994)	109

Fuente: Félix et al. (1998).

El porcentaje de implantación que obtuvo *Trifolium repens* a los 60 días post-siembra en promedio fue de 25 %, siendo la diferencia en el porcentaje de implantación entre los valores extremos de 1,86 % (Silveira, 2005).

Cuadro No. 7: Porcentaje de implantación y el número de plantas para *T. repens* a los 55 días (conteo 1) y a los 105 días post siembra (conteo 2).

GENERO	ESPECIE	%IMPL. Cretácico (55 días)	CONTEO 1 plantas/m² (55 días)	CONTEO 2 plantas/m² (105 días)
<i>Trifolium</i>	repens Zapicán	21	72	233

Fuente: González et al. (1997).

El número de plántulas de *T. repens* por metro cuadrado encontrada para la siembra de mayo de 1984, a los 75 días post-siembra para una cobertura fue de 7 plantas/m². Dicho año fue problema para la instalación y crecimiento de pasturas por lluvias excesivas, largos periodos con días nublados e intensos fríos desde mediados de otoño (Risso, 1990).

Para la siembra de mayo de 1985 se encontraron a los 60 días post-siembra, 16 plantas por metro cuadrado de *T. repens* (Risso, 1990).

Para el ensayo realizado en otoño de 1985, en el campo experimental del secretariado uruguayo de la lana, en Florida, bajo una siembra en cobertura sobre un tapiz arrasado a unos 6-7 cm, que durante meses precedentes había sido sometido a pastoreos para debilitar sus reservas y a los efectos de uniformizar el área se cortó con rotativa a 4 cm de forraje remanente, se encontraron para los 60 días post-siembra 23 plantas por metro cuadrado de *T. repens* c.v. Zapicán (Risso, 1990).

Para el ensayo se diferenciaron 3 posiciones topográficas, ladera alta, ladera baja y bajo. Se determinó el número de plantas de *T. repens* a los 40, 80 y 120 días post-siembra, la siembra se realizó en mayo de 1992. Para dicha especie a los 40 días en el bajo se registró una media de 247 plantas/m², alcanzando un 85 % de implantación, lo que habla de las buenas condiciones hídricas y posiblemente de la baja competitividad de la pastura natural, determinada por las numerosas heladas, pero también por la presencia de algunas plantas espontáneas (Methol y Solari, 1994).

Para la ladera baja a los 40 días post-siembra se registraron 100 plantas por metro cuadrado, mientras que para la ladera alta se registraron 86 plantas/m², por lo tanto el número de plantas/m² observado en el bajo fue estadísticamente superior al registrado en las laderas. *T. repens* mostró cierta tendencia a un establecimiento mayor en la ladera baja que en la ladera alta (34 y 30 % respectivamente) (Methol y Solari, 1994).

A los 80 días post-siembra en el bajo se registraron 214 plantas/m², en la ladera alta se registraron 104 plantas/m² y en la ladera baja se registraron 132 plantas/m² (Methol y Solari, 1994).

Por último a los 120 días post-siembra en el bajo se registraron 154 plantas/m², en la ladera alta se registraron 82 plantas/m² y en la ladera baja 92 plantas/m² (Methol y Solari, 1994).

- De desarrollo:

T. repens mostró un comportamiento intermedio explicado principalmente por las altas exigencias de luz, su lento crecimiento inicial y elevado requerimiento de fósforo (Smetham, citado por Félix et al., 1998).

En las determinaciones a los 80 días post-siembra el *T. repens* siguió manifestando el mismo comportamiento que a los 40 días, resaltando la mayor respuesta en desarrollo en el bajo que a las laderas (Methol y Solari, 1994).

El comportamiento demostrado por el *T. repens*, fue como se esperaba, esta especie presenta un lento crecimiento inicial, lo que constituye una limitante para su utilización en siembras en cobertura en estos tapices de gran crecimiento otoñal. Además sus elevados requerimientos de fósforo, su sensibilidad al sombreado (González et al., 1997).

2.10.4. Resultados para *Trifolium pratense*

- De implantación:

Para el tratamiento testigo (sin remover el tapiz), se obtuvo un porcentaje de implantación para *T. pratense* de 4,4 % para los 40 días post siembra (Félix et al., 1998).

Para los 90 días post siembra se encontraron 6 plantas/m² y un 2 % de establecimiento (Félix et al., 1998).

Cuadro No. 8: Antecedentes nacionales sobre resultados de siembras en cobertura en número de plantas/m².

Año	Días de conteo	Referencias	<i>T. pratense</i>
1989	90	Bologna y Hill (1993)	18,3
1989	90	Bologna y Hill (1993)	16,6
1992	120	Methol y Solari (1994)	131
1994	120	Minutti et al. (1996)	21,6

Fuente: Félix et al. (1998).

Cuadro No. 9: Porcentaje de implantación y el número de plantas para *T. pratense* a los 55 días (conteo 1) y a los 105 días post siembra (conteo 2).

GENERO	ESPECIE	% IMPL. Cretácico (55 días)	CONTEO 1 plantas/m² (55 días)	CONTEO 2 plantas/m² (105 días)
<i>Trifolium</i>	pratense E 116	23	78	56

Fuente: González et al. (1997).

El número de plántulas de *T. pratense* por metro cuadrado encontradas para la siembra de mayo de 1984, a los 75 días post-siembra para una cobertura fue de 10 plantas/m² (Risso, 1990).

Para el ensayo se diferenciaron 3 posiciones topográficas, ladera alta, ladera baja y bajo. Se determinó el número de plantas de *T. pratense* a los 40, 80 y 120 días post-siembra, la siembra se realizó en mayo de 1992. Para dicha especie a los 40 días en el bajo se registró una media de 260 plantas/m² alcanzando un 85 % de implantación (Methol y Solari, 1994).

Para la ladera baja a los 40 días post-siembra se registraron 146 plantas por metro cuadrado, mientras que para la ladera alta se registraron 143 plantas/m², el *T. pratense* demostró una mejor performance, en cuanto al porcentaje de establecimiento inicial, en las laderas que el *T. repens* (Methol y Solari, 1994).

A los 80 días post-siembra en el bajo se registraron 185 plantas/m², en la ladera alta se registraron 115 plantas/m² y en la ladera baja se registraron 150 plantas/m² (Methol y Solari, 1994).

Por último a los 120 días post-siembra en el bajo se registraron 170 plantas/m², en la ladera alta se registraron 112 plantas/m² y en la ladera baja 111 plantas/m² (Methol y Solari, 1994).

- De desarrollo:

T. pratense se destacó sobre las otras especies. Su mayor vigor inicial se debe principalmente a su mayor tamaño y peso de semilla, así como su bajo porcentaje de semillas duras. Esto le confiere ventajas competitivas en siembras en cobertura cuando las condiciones climáticas post-siembra son favorables; pero a su vez podría provocar la muerte prematura de plántulas en caso de condiciones adversas posteriores a la germinación. Se debe tener en cuenta que muchas veces la ocurrencia de rocío permite la humedad suficiente para que ocurra imbibición y posterior germinación de sus semillas, favorecidas por su mayor contenido de reservas seminales, quedando las plántulas dependientes de las futuras condiciones. Los resultados aquí presentados demuestran en cierta medida la dependencia de ésta especie de las condiciones climáticas favorables posteriores a la siembra, ya que en el ensayo las escasas precipitaciones registradas durante el invierno (52,7 mm), determinaron un escaso número de plantas a partir del primer conteo (Félix et al., 1998).

En la medición realizada a los 40 días post-siembra se destacó la precocidad del *T. pratense*, difiriéndose estadísticamente del *T. repens* y del *Lotus* spp. Estos resultados son ampliamente coincidentes con la bibliografía consultada (Methol y Solari, 1994).

En el conteo efectuado a los 80 días post-siembra, se diferenciaron tres grupos de especies en lo que se refiere a velocidad de crecimiento. Un primer grupo formado por *T. pratense*, *T. repens* y *Lotus tenuis*, que promedialmente mostraron una mayor precocidad (Methol y Solari, 1994).

El mejor comportamiento del *T. pratense*, también es observado para los distintos tipos de suelo, bajo vs ladera (Methol y Solari, 1994).

En general, las diferencias específicas a los 80 días post-siembra tienden a ser menores que las encontradas a los 40 días, como era de esperar, indicando que la determinación de la implantación en un momento posterior, no tendría sentido dado que las plantas ya están desarrolladas (Methol y Solari, 1994).

El comportamiento mostrado por el *T. pratense* cv E 116 coincide con lo señalado por Medero et al., citados por González et al. (1997), quien indica que esta especie presenta un vigoroso crecimiento inicial y un rápido establecimiento, atributos que le otorgan ventajas competitivas en siembras en cobertura (González et al., 1997).

La estrategia de gran vigor inicial que presentan las especies como el *T. pratense*, le podrían otorgar una desventaja futura a las plántulas puesto que quedan más expuestas a las condiciones de estrés que puede provocar el ambiente en el período posterior a la germinación, pero le permite expresar un comportamiento excepcional cuando las condiciones son buenas. Sin embargo la escasez de precipitaciones y fundamentalmente el número de heladas ocurridas en el periodo postsiembra podría hacer suponer una desventaja para estas especies de mayor vigor (González et al., 1997).

2.11. ANTECEDENTES DE RESULTADOS DE IMPLANTACIÓN Y RELACIÓN RAÍZ / PARTE AÉREA EN LEGUMINOSAS BAJO DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN

2.11.1. Resultados de implantación

Resultados reportados por Caram et al. (1996) señalan que no detectaron diferencias significativas entre niveles de fósforo agregado (34,5, 80,5 y 126,5 kg de P_2O_5 /ha) sobre la población de leguminosas a los 90 días post-siembra. Los autores concluyen que existen otras limitantes, como el contenido de nitrógeno y el déficit hídrico en los estadios iniciales de desarrollo que limitan la respuesta al agregado de fósforo (Silveira, 2005).

Podrían a su vez existir otras limitantes, en estos primeros estadios de desarrollo las leguminosas solamente estarían en un proceso de captación de este nutriente y concentrado a nivel radicular debido a la alta demanda que provocan los nódulos en formación (45% de aumento de los requerimientos de fósforo en relación al contenido de este nutriente en los tejidos de la raíz, el cual es destinado a la formación de ATP utilizado en el proceso de fijación de nitrógeno) sin manifestarse en diferencias en aumento de población de plantas (Whitehead, citado por Silveira, 2005).

Las especies perennes en sus primeros estadios de desarrollo no se encuentran en la mejor condición fisiológica para responder a los niveles de fertilidad alcanzados. Lo cual estaría explicado por el menor potencial de crecimiento inicial de las especies perennes con relación a las anuales lo cual determina menores exigencias de fósforo en esta etapa (Montes y Ochoa, 1996).

2.11.2. Resultados de relación raíz / parte aérea

Los resultados reportados por Marschner (1995), en donde observó que a diferencia de lo que ocurre con el crecimiento de los tallos, el crecimiento radicular es menos inhibido por las deficiencias de fósforo, observándose un aumento en la relación raíz/parte aérea.

En general, el aumento de dicha relación en plantas con deficiencias de fósforo, esta correlacionada con un incremento en el flujo de carbohidratos hacia las raíces (Wilson, citado por Gourley et al., 1993).

El desarrollo radicular en términos generales, depende del suministro de carbohidratos desde la parte aérea. Por tanto, la intensidad de luz, altas temperaturas, defoliación, etc. Reducen marcadamente el crecimiento radicular. Por otra parte, déficit de agua o nutrientes afecta relativamente más la parte aérea que las raíces (García, citado por Silveira, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Localización y período del ensayo

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía departamento de Paysandú, Uruguay. En el período comprendido entre el 1 de junio de 2011 y el 15 de setiembre de 2011.

3.1.2. Descripción del potrero

El experimento se llevó a cabo en el potrero No. 32, a $32^{\circ}23'27.71''$ de latitud Sur y $58^{\circ}03'41.76''$ de longitud Oeste. Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000, el área experimental se encuentra sobre la Unidad de suelos San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos, la cual se caracteriza por presentar como suelos dominantes Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa. En asociación con estos se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca (Altamirano et al., 1976).

3.1.3. Antecedentes del área experimental

En dicha área se llevó a cabo en el otoño 2010 una interseembra de avena, raigrás y trébol rojo con una muy baja implantación, sin la aplicación de herbicida sobre una pradera vieja con alto grado de enmalezamiento.

A la siembra para este experimento se realizó un análisis de suelo para determinar el nivel de fósforo. El análisis Bray 1 arrojó un valor de 5,2 ppm de P.

3.1.4. Información climatológica

Uruguay se ubica en una región de clima templado-subtropical, con un régimen de precipitaciones isohigro, siendo el promedio de precipitación mensual para la zona de 101 mm (MDN. DNM, 1996). La temperatura media anual es de 17,9 °C, mientras que la temperatura máxima media corresponde a 31,5 °C en el mes de enero, y la mínima media a 6,9 °C en el mes de junio, para la misma serie histórica (1961 – 1990)

3.1.5. Características del experimento y tratamientos

Se realizó el experimento en otoño de 2011 con el fin de evaluar la respuesta de *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* a diferentes niveles de fertilización fosfatada.

La siembra se realizó el 1 de junio, al voleo junto con la aplicación de fertilizante fosfatado (7 – 40 - 40 - 0). Las densidades de siembra fueron: 1,32 kg/ha de *Trifolium repens* y 5 kg/ha de *Trifolium pratense*.

La siembra al voleo se realizó con una sembradora pendular Vicon, calibrada para la correcta aplicación de las densidades de siembra anteriormente nombradas.

La fertilización de los tratamientos fue de 30 kg/ha de P₂O₅ (75 kg/ha de 7 – 40 - 40 - 0) al voleo con la semilla mezclada para uno de los tratamientos, y para el otro tratamiento se fertilizó con 60 kg/ha de P₂O₅ (150 kg/ha de 7 – 40 - 40 - 0), obteniendo de esta forma dos tratamientos con niveles distintos de fertilización.

3.1.6. Dimensiones y arreglo del experimento

El área experimental abarca una superficie de 4 has. que se encuentra dividida en dos bloques de 2 has cada uno. Dentro de cada bloque se ubicaron 2 parcelas de 1 ha cada una correspondiente a los distintos tratamientos.

3.1.7. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar, con dos bloques, compuestos cada uno por 2 parcelas de 1 ha cada una, que se corresponden con los niveles de P₂O₅ evaluados (75 kg/ha de 7 – 40 - 40 - 0 y 150 kg/ha de 7 – 40 - 40 - 0).

3.2. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.2.1. Fertilización y siembra

La fertilización se llevo a cabo junto con la siembra, la misma se realizo al voleo el primero de junio de 2011.

Cada una de las especies sembradas fue inoculada con la misma cepa de rhizobium por tratarse de *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*.

Cuadro No. 10: Caracterización de las semillas de las especies sembradas.

Genero	Especie	Peso de 1000 semillas	% Germinación
<i>Trifolium</i>	<i>T. repens</i>	0,71	86
	<i>T. pratense</i>	1,55	90

Referencias: Peso en gramos.

A continuación se presenta el siguiente cuadro con la información de las densidades de siembra utilizadas para cada especie.

Cuadro No. 11: Densidad de siembra, número de semillas viables por m² y número de semillas por m².

Genero	Especie	kg/ha	N° de semillas viables/m ²	N° de semillas/m ²
<i>Trifolium</i>	<i>T. repens</i>	1,32	161	186
	<i>T. pratense</i>	5	292	323

3.2.2. Manejo previo

Al potrero se le realizó un corte con rotativa previa a la siembra, ya que el campo se encontraba empastado y podría dificultar el contacto de la semilla con el suelo.

3.2.3 Determinaciones realizadas

3.2.3.1. Disponibilidad antes de la siembra

Se determinó la disponibilidad de forraje previo a la siembra a través del método de "Doble Muestreo" (Haydock y Shaw, 1975), se definieron tres puntos de disponibilidad de forraje donde se tomó como referencia la altura de las mismas (alta, media y baja). Se realizaron 40 determinaciones de disponibilidad por parcela, utilizando un aro de 20 x 50 cm, dentro del mismo se caracterizó a través del porcentaje de gramíneas, porcentaje de leguminosas, porcentaje de malezas, porcentaje de restos secos y porcentaje de suelo descubierto.

Las muestras de la pastura se procesaron en el laboratorio donde se pesaron en fresco y luego se colocaron en estufa de circulación de aire forzado a 60 °C durante 48 horas, para luego ser pesadas en seco.

En el Anexo 9.1 se presenta un ejemplo de la regresión lineal ajustada para estas determinaciones.

3.2.3.2. Porcentaje de implantación

Una vez que se conoce el peso de mil semillas, el porcentaje de germinación de cada especie sembrada, y la densidad de siembra, puedo determinar el número de semillas viables sembradas por m².

El porcentaje de implantación se calculo usando un rectángulo de 20 cm x 50 cm tirándolo al azar en cada potrero y contando el número de plantas por especie, presentes en el rectángulo. El número de plantas corregido al m² se dividió entre el numero de semillas viables sembradas por m², de esta forma obtenemos el porcentaje de implantación para cada especie. Se realizaron doce determinaciones por parcela a los 30, 60 y 90 días post siembra.

3.2.3.3. Grado de desarrollo en las especies sembradas

El grado de desarrollo para las dos especies, en este caso ambas leguminosas se midió usando un rectángulo de 20 x 50 cm y discriminando el desarrollo de la siguiente forma:

1. Cotiledón.

2. 1 hoja.

3. 2 hojas.

4. 3 hojas.

5. Más de 3 hojas.

Se tomaron 12 medidas por cada parcela a los 30, 60 y 90 días post siembra. Esta medida fue de mayor relevancia a los 30 y 60 días ya que para los 90 días post siembra la mayor parte de las plantas se encontraban con un desarrollo de por lo menos 3 hojas.

3.2.3.4. Relación parte aérea/raíz

Al cumplirse los 90 días post siembra se determinó la relación parte aérea/raíz. Dicha determinación consistió en tomar 6 muestras de suelo por parcela de 20 x 20 x 20 cm, dichas muestras se las dejó en remojo durante 48 horas para que la tierra se desprendiera de las plantas y de esta forma poder cuantificar dicha relación.

Luego de obtener las plantas enteras de cada especie, se cortaron separando de esta forma la parte aérea de la raíz, para luego colocarlas en una estufa de circulación de aire forzado a 60°C, durante 48 horas para luego ser pesadas y obtener el peso seco de la parte aérea y la raíz de cada especie y de cada parcela.

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis biológicas

- El agregado de fósforo afecta el porcentaje de implantación de las especies sembradas.
- El agregado de fósforo afecta los estadios de desarrollo de las especies sembradas.
- El agregado de fósforo afecta la relación raíz parte aérea de las especies sembradas.

3.3.2. Hipótesis estadística

- $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = 0$
- H_a : al menos un efecto del tratamiento es diferente de cero.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados del experimento fueron analizados estadísticamente, realizándose el Análisis de la Varianza de medias de tratamientos.

3.4.1. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es la variable de interés.

μ es la media general del experimento (media poblacional).

β_j es el efecto del j ésimo bloque $j=1,2$.

T_i es el efecto del i ésimo nivel de fósforo agregado a la siembra tratamiento $i=30, 60$.

ϵ_{ij} es el error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se encuentran los registros de precipitaciones mensuales en un período que va desde enero hasta diciembre del 2011 (figura No. 1), comparándose con la serie histórica del período 1961 al 1990 de enero a diciembre para la localidad de Paysandú (Anexo 9.2).

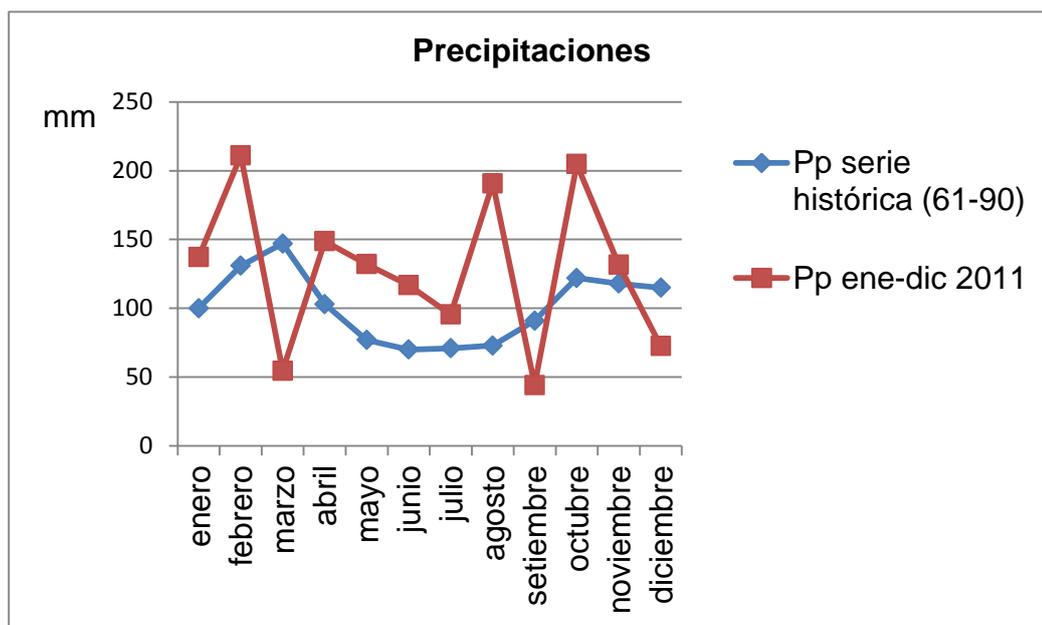


Figura No.1: Registro de precipitaciones (mm).

Durante el año 2011 los valores de precipitaciones acumuladas mensualmente fueron, con respecto a los datos históricos, superiores para la mayor cantidad de meses, salvo para los meses de marzo, setiembre y diciembre donde las mismas fueron: 92,4, 46,8 y 42,4 mm inferiores respectivamente.

Durante el período junio-julio y por sobre todo agosto se registraron precipitaciones por encima del promedio, coincidiendo con el momento más

determinante de la implantación de la cobertura. Para el mes de agosto se registró un valor acumulado de 191 mm, lo que hace que este valor se encuentre muy por encima del valor histórico para dicho mes (73 mm), con posibles consecuencias para el crecimiento de las plantas que se estaban implantando debido a posibles condiciones de anaerobiosis.

La bibliografía consultada afirma que la cantidad y distribución de las lluvias registradas inmediatamente después de las siembras han sido juzgadas como el factor físico ambiental que más afecta la implantación de las pasturas, debiendo ser complementado por temperaturas favorables. Un exceso de agua puede promover la muerte de semillas, fundamentalmente por la falta de oxígeno (Carámbula, 2002b).

Por otro lado se reduce la concentración de oxígeno en el suelo y la absorción de agua y nutrientes por parte de las raíces con la consecuente disminución en el crecimiento de las plantas (Hernández, 1999).

Esta gran cantidad de agua acumulada durante el período junio-agosto permitió compensar la disminución de 47 mm con respecto a la serie histórica para el mes de setiembre.

A continuación se presentan los datos de temperatura promedio de todo el año 2011 y comparándose con los valores de temperatura para los mismos meses en una serie histórica que va de 1961 a 1990 (figura No. 2).

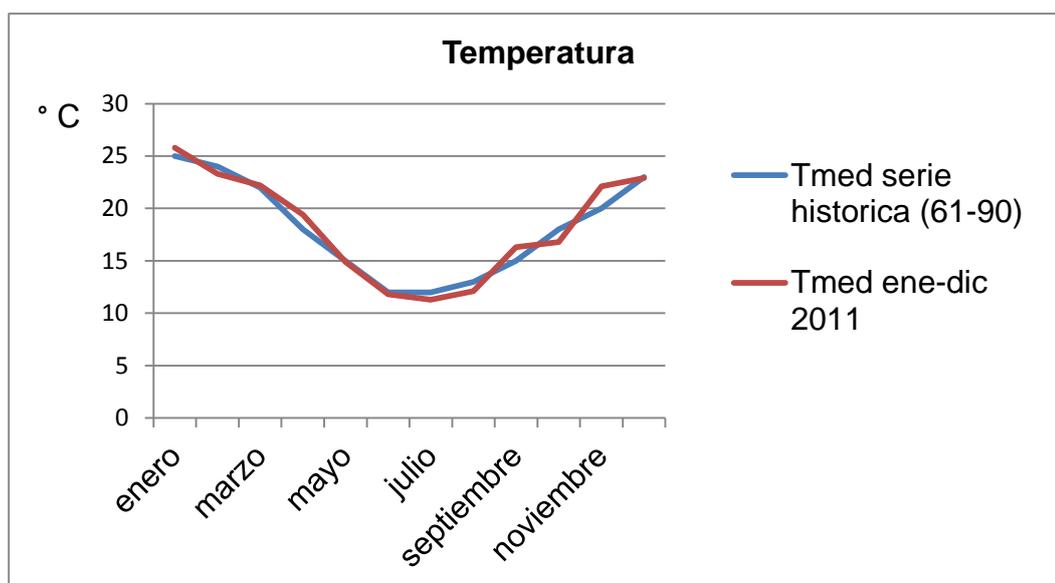


Figura No.2: Registro de temperaturas promedio (°C).

En lo que respecta a las temperaturas mensuales desde la siembra (1 de junio), hasta los 90 días post siembra (15 de setiembre), las temperaturas registradas para el 2011 acompañan bastante a la serie histórica (1961-1990). Aunque hay un pequeño desfase a partir de junio donde se notan menores registros de temperatura, la misma se extiende hasta el mes de setiembre.

A continuación se presenta una gráfica con las temperaturas medias registradas máximas y mínimas para cada mes, para el año 2011 y las relativas a la serie histórica (91-60) (figura No. 3).

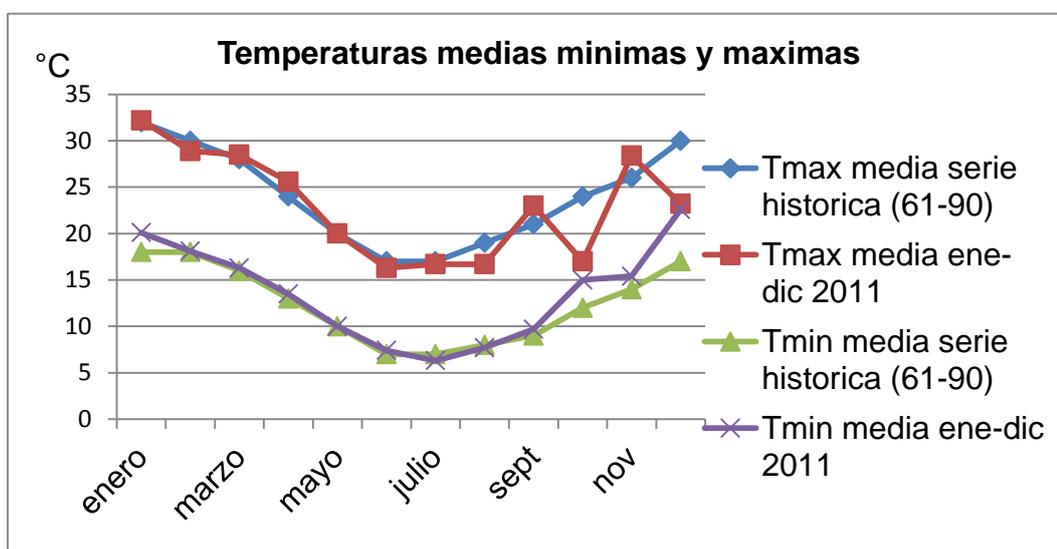


Figura No. 3: Registro de temperaturas medias máximas y mínimas (°C).

Como podemos ver en el gráfico las temperaturas máximas y mínimas en el 2011 acompañan de manera similar los registros históricos, con la excepción de los meses de agosto en adelante en donde comienzan a notarse algunos cambios en las temperaturas.

Concretamente para el período que abarca dicho experimento (junio-setiembre), las temperaturas registradas fueron las siguientes:

Cuadro No. 12: Temperaturas máximas y mínimas registradas desde junio a setiembre para el año 2011 y serie histórica desde 1961-1990.

Meses	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
T máx. media serie histórica jun-set (61-90)	17	17	19	21
T máx. media jun-set 2011	16,3	16,7	16,7	23
T min. media serie histórica jun-set (61-90)	7	7	8	9
T min. media jun-set 2011	7,4	6,3	7,7	9,7

Las mayores diferencias en temperatura para los registros máximos se observaron en los meses de agosto y setiembre, con diferencias de - 2,3°C y 2°C respectivamente, lo que produjo una menor temperatura para el mes de agosto y una mayor para setiembre.

Para las temperaturas mínimas la mayor diferencia se vio en el mes de julio, momento bastante determinante para la implantación ya que nos encontramos a 30 días post-siembra, con diferencias de - 0,7 °C.

En cuanto a la influencia de la temperatura, parecería que tanto la temperatura del suelo como la del aire, afectan el comportamiento de las semillas según la época de siembra (Herriot, citado por Carámbula, 2002b).

A partir de marzo, una temperatura media de 25° C contribuye a un mejor establecimiento de las pasturas. Sin embargo si las siembras se realizan en mayo, debido a que las temperaturas mínimas que se registran en este mes pueden alcanzar hasta 5 ° C, es muy posible que se produzca pérdida de plántulas y se registre un crecimiento muy lento en las sobrevivientes, las leguminosas pueden también ver alterado su crecimiento por efecto negativo de las bajas temperaturas en el proceso de simbiosis (Carámbula, 2002b).

En el presente experimento, la temperaturas promedio para el momento de siembra (junio) se encontraron por debajo de las temperaturas óptimas de germinación, ubicándose en temperaturas entorno a 11-12 °C y mínimas promedio 7,4 °C, lo que pudo provocar una demora en la germinación de las semillas o quizás una disminución de la implantación.

4.2. COMPOSICIÓN DEL TAPIZ Y DISPONIBILIDAD A LA SIEMBRA

4.2.1 Composición del tapiz

En el siguiente gráfico se presenta la composición del tapiz vegetal al momento de la siembra, en la misma se determina el porcentaje de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos para los tratamientos para las parcelas de los tratamientos 1 y 2 (figura No. 4).

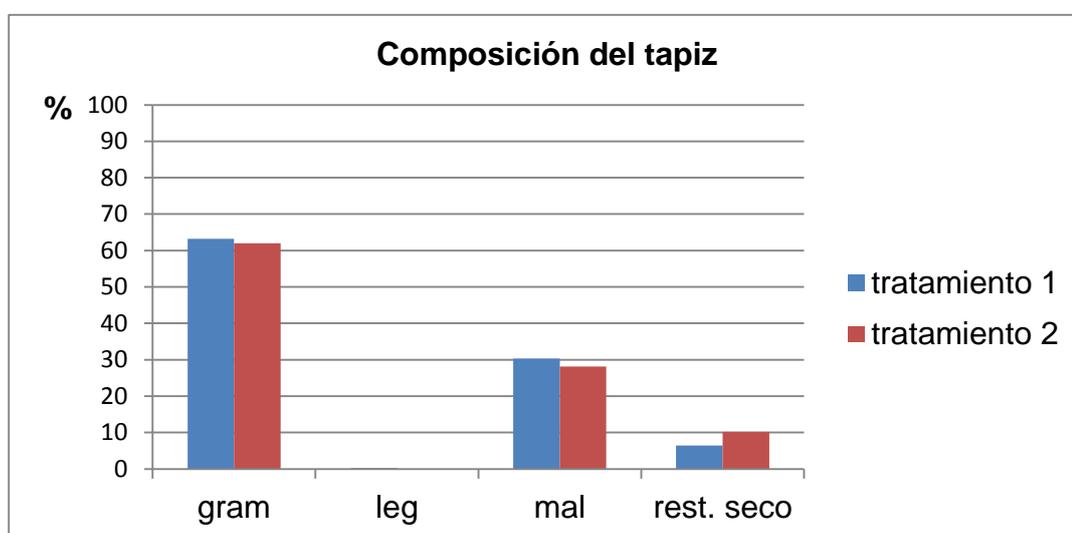


Figura No. 4: Composición del tapiz al momento de la siembra (%).

Para todos los porcentajes observados no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 9.3.2). Por lo tanto podemos decir que las condiciones experimentales eran iguales para ambos tratamientos.

El componente dominante del tapiz son las gramíneas ocupando un 63 % y 62 % para los tratamientos 1 y 2 respectivamente. Siendo las especies *Cynodon dactylon*, *Setaria geniculata*, *Eragrostis lugens*, las de mayor presencia.

Las malezas ocupan el segundo puesto en cuanto a porcentaje en el tapiz con valores de 30 % y 28 % para los tratamientos 1 y 2 respectivamente, esto nos indica un importante grado de enmalezamiento presente en el tapiz y en los dos tratamientos por igual. Fundamentalmente anuales invernales como *Cerastium glomeratum*, *Anthemis cotula*, *Acicarpa tribuloides* y estivales como *Sida rhombifolia*

La proporción de restos secos sería el tercer componente del tapiz con valores de 6 y 11 % para los tratamientos 1 y 2.

Por último las leguminosas, dicha fracción casi es inexistente en el tapiz, ocupando un 0,2 y 0 % para los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

Por lo tanto podemos decir que las gramíneas junto con las malezas ocupan valores que rondan en el 90% del total de la composición del tapiz.

Según lo expresado por Carámbula et al. (1994) la mortandad de plántulas que se registra en las primeras etapas del desarrollo de un mejoramiento, se producen por consecuencia de la acción de varias causas entre las que deben citarse como importantes la competencia por parte del tapiz nativo establecido. No cabe duda que el principal riesgo que deben enfrentar las plántulas colonizadoras es la competencia con sus plantas vecinas específicamente aquellas ya existentes en el tapiz. Este efecto se hace máximo en vegetaciones densas y en aquellas situaciones en que las semillas germinan tardíamente o que las plántulas provienen de semillas pequeñas y poco vigorosas.

4.2.2. Disponibilidad

En el gráfico de barras se presenta la disponibilidad del tapiz en cm para ambos tratamientos al momento de la siembra (figura No. 5).

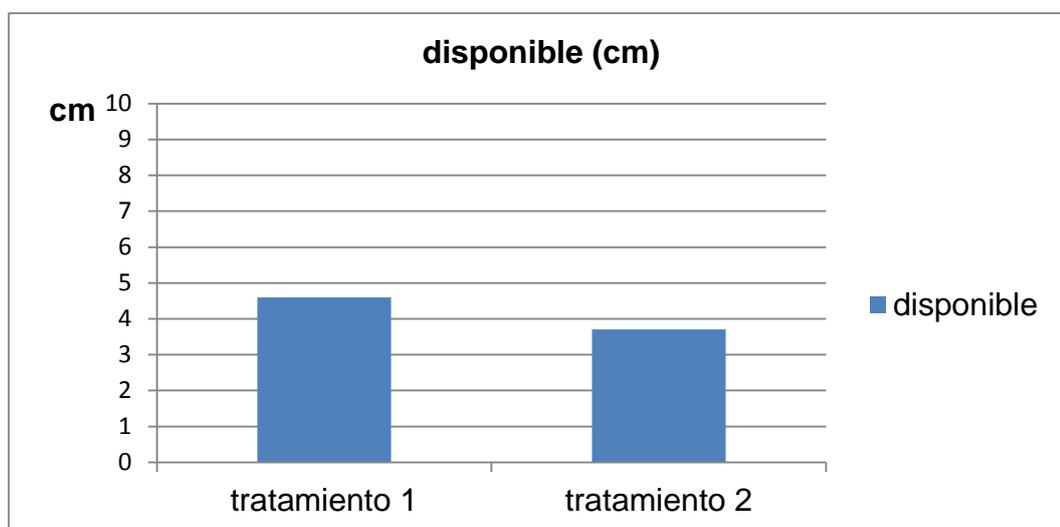


Figura No. 5: Altura del forraje disponible del tapiz a la siembra expresado en cm para los tratamientos 1 y 2.

Como se observa en el gráfico la altura disponible al momento de la siembra fue muy similar para ambos tratamientos, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los valores 4,6 cm y 3,7 cm para los tratamientos 1 y 2 respectivamente, por lo tanto ambos tratamientos se encontraban en similares condiciones al momento de la siembra.

Una altura de forraje de unos 3 cm aproximadamente, será adecuada favoreciendo un mejor establecimiento respecto a otros manejos. En general, los componentes de nuestros campos son preponderantemente estivales, por lo que el rebrote luego de la siembra será muy lento, no ejerciendo competencia en los primeros estadios de desarrollo de la leguminosa (Risso, 2005).

Las defoliaciones de las gramíneas perennes, previas a la siembra, mejoran el establecimiento de *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* (Curl y Gleeson, 1987).

En la siguiente figura se puede observar la disponibilidad del tapiz pero esta vez expresada en kg/haMS (figura No. 6).

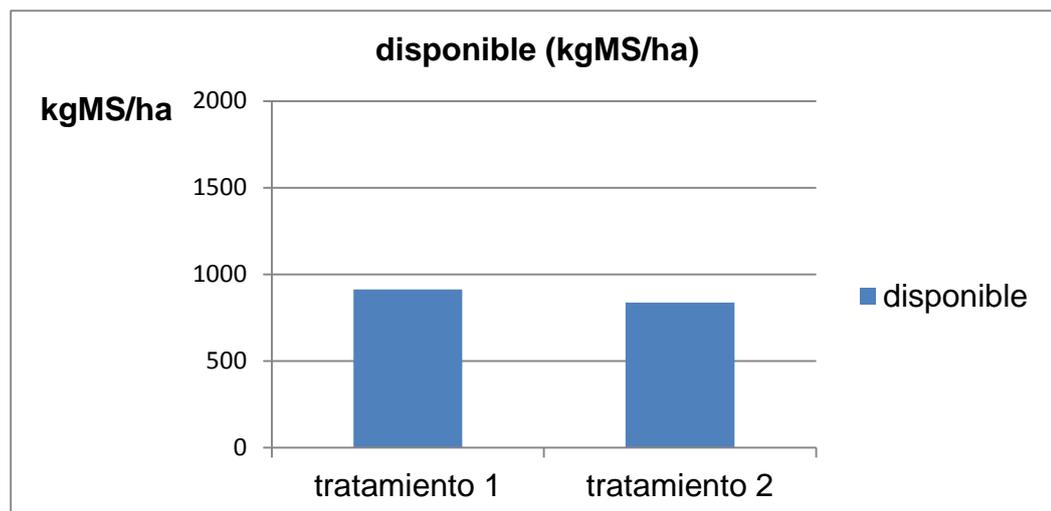


Figura No. 6: disponibilidad del tapiz a la siembra expresados en kg/ha MS para los tratamientos 1 y 2.

Al estar relacionada la disponibilidad en altura (cm), con la disponibilidad en kg/ha MS, dichos resultados tampoco fueron significativos, por lo tanto se considera que la cantidad de MS disponible al momento de la siembra fue la misma, 914 y 838 kg/ha MS para los tratamientos 1 y 2.

4.3. RESULTADOS A LOS 30 DIAS POST-SIEMBRA

4.3.1. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el número de plantas, porcentaje de implantación y estadios de desarrollo de plantas totales

A continuación se presenta un gráfico con el número de plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*) e individuales de *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, para los dos niveles de fertilización, 60 kg P₂O₅ (tratamiento 1) y 30 kg P₂O₅ (tratamiento 2) (figura No. 7).

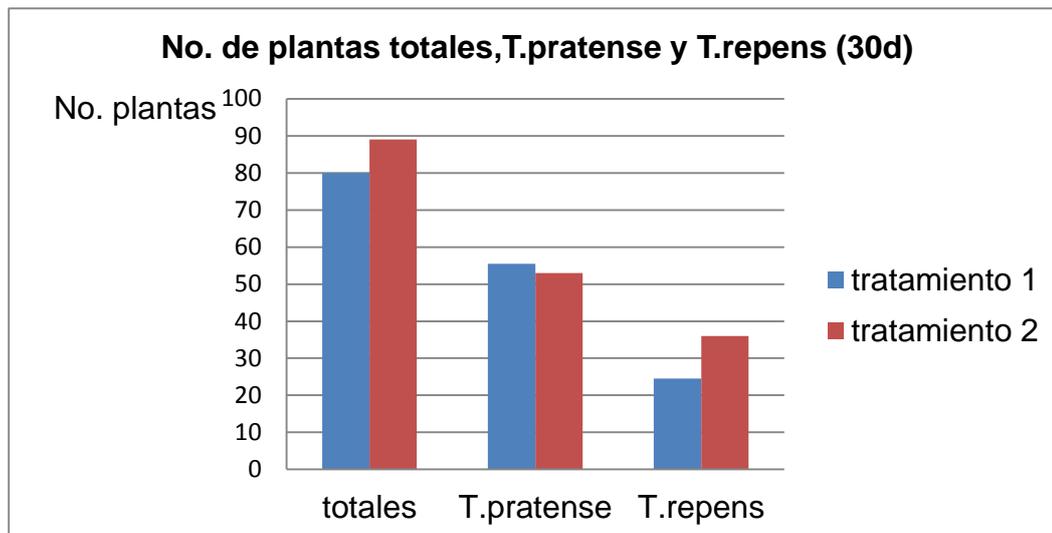


Figura No. 7: número de plantas totales, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens* para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

En las determinaciones presentadas en el gráfico no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, tanto para el número de plantas totales como para el No. de plantas de *T. pratense* y *T. repens*.

Esto concuerda con lo expresado por Whitehead (2000) donde expresa que en los primeros estadios de desarrollo las leguminosas solamente estarían en un proceso de captación de este nutriente y concentrado a nivel radicular debido a la alta demanda que provocan los nódulos en formación (45% de aumento de los requerimientos de fósforo en relación al contenido de este nutriente en los tejidos de la raíz, el cual es destinado a la formación de ATP utilizado en el proceso de fijación de nitrógeno) sin manifestarse en diferencias en aumento de población de plantas.

Lo que podemos resaltar es el mayor número de plantas encontradas de *T. pratense* en relación al *T. repens*, valores en un rango entre 53 a 55 plantas para el primero y entre 24 a 36 para el segundo.

El comportamiento mostrado por el *T. pratense* cv E 116 coincide con lo señalado por Medero et al. (1958), quienes indican que esta especie presenta un vigoroso crecimiento inicial y un rápido establecimiento, atributos que le otorgan ventajas competitivas en siembras en cobertura (González et al., 1997).

Según lo expresado por Félix et al. (1998) el mayor vigor inicial se debe principalmente a su mayor tamaño y peso de semilla, así como su bajo porcentaje de semillas duras, esto también fue reportado por Methol y Solari (1994) quienes afirman que el tamaño de sus semillas permite un vigoroso crecimiento inicial y un rápido establecimiento, atributos que le otorgan ventajas competitivas en siembras en cobertura.

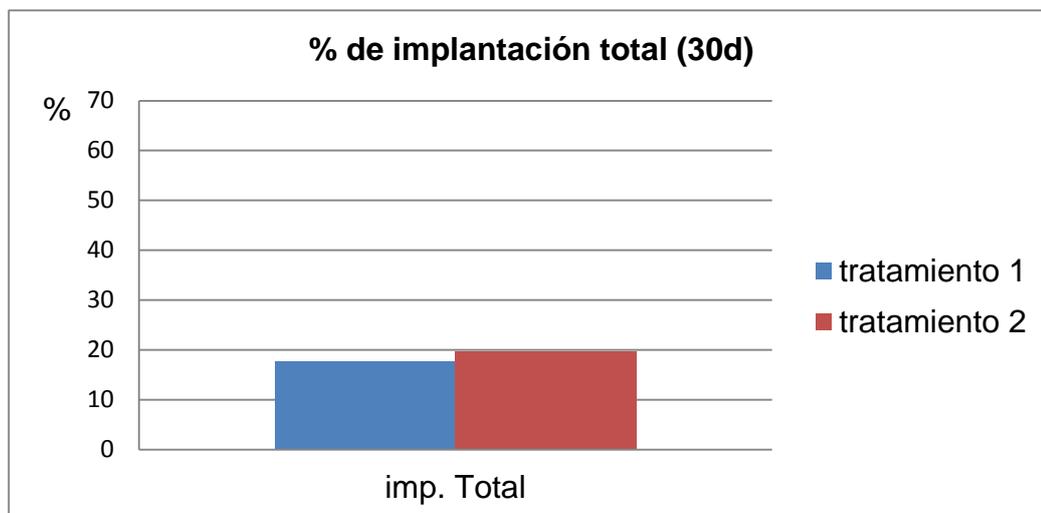
El *T. pratense* aporta siempre forraje temprano debido a su muy buena precocidad (Carámbula, 2002a).

El número de plantas de *T. repens* es inferior si lo comparamos con resultados obtenidos por Ferenczi et al. (1997) ya que en una cobertura de *T. repens* encontraron para los 40 días post-siembra una población de 80 plantas / m².

Mientras que para *T. pratense* el número de plantas es bastante inferior si lo comparamos con resultados obtenidos por Methol y Solari (1994) para un ensayo en donde se diferenciaron 3 posiciones topográficas, ladera alta, ladera baja y bajo, para dicha especie a los 40 días en el bajo se registró una media de 260 plantas/m², en la ladera baja se registraron 146 plantas/m², mientras que para la ladera alta se registraron 143 plantas/m².

En el mismo ensayo también se determinó el número de plantas de *T. repens* a los 40 días post-siembra, en el bajo se registró una media de 247 plantas/m², en la ladera baja se registraron 100 plantas/m², mientras que para la ladera alta se registraron 86 plantas/m², lo que habla de las buenas condiciones hídricas y posiblemente de la baja competitividad de la pastura natural, determinada por las numerosas heladas, pero también por la presencia de algunas plantas espontáneas.

En el siguiente gráfico se presentan los porcentajes de implantación total (*T. pratense* + *T. repens*) para los dos niveles de fertilización, tratamiento 1 y 2 (figura No. 8).



.Figura No. 8: porcentaje de implantación total (*T. pratense* + *T. repens*), para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

Analizando los valores determinados para la construcción de la figura No. 8, podemos afirmar estadísticamente que las diferencias entre los diferentes niveles de fertilización no son significativas, por lo tanto el porcentaje de implantación tanto para el tratamiento 1 como para el 2 es el mismo sin importar la dosis de fósforo.

Es conocido que la facilidad, la velocidad y la economía en la implantación de una pastura dependen básicamente de la fertilidad inicial del suelo. La fertilización inicial con fosfato es absolutamente esencial para lograr una implantación exitosa. El fósforo, precisamente, estimula el crecimiento rápido de las raíces de las plántulas, siendo el nutriente fundamental para favorecer el establecimiento temprano de las mismas (Carámbula, 2002b).

Para nuestro experimento no fue así, ya que como mencionamos anteriormente no existieron diferencias significativas en implantación para ambas especies, quizás por la presencia de bajas temperaturas que como menciona Mallarino et al. (1984) limitan la disponibilidad de fósforo y por lo tanto en todos los casos se debería favorecer la presencia de niveles apropiados de ese nutriente en la primera etapa del crecimiento de las leguminosas. Pero por sobre todo, si se pretende asegurar una buena implantación de las leguminosas resulta imprescindible utilizar dosis iniciales de fósforo altas.

Quizás nuestro ensayo no tuvo un nivel de fósforo adecuado que le permitiera expresar diferencias significativas en la implantación, por tratarse de especies muy exigentes en fertilidad.

A continuación se presenta un gráfico con los estadios de desarrollo promedio para las plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*) para los dos niveles de fertilización, tratamiento 1 y 2 (figura No. 9).

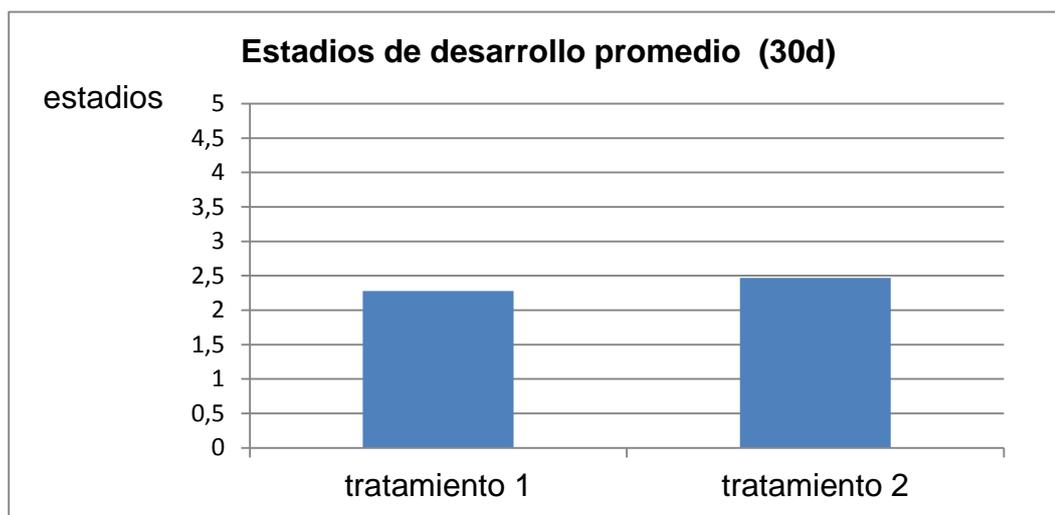


Figura No. 9: estadios de desarrollo promedio para el número de plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*), en los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

El valor de estadio de desarrollo promedio para el tratamiento 1 fue de 2,28, mientras que para el tratamiento 2 fue de 2,47, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos e indicando que las plantas tanto de *T. pratense* como de *T. repens* se encontraban en promedio entre una y dos hojas.

A continuación se presenta un cuadro con el número de plantas presentes para cada tratamiento en sus diferentes estadios cuadro No. 13.

Cuadro No. 13: Estadios de desarrollo en número de plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*), para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

Tratamientos	No. de plantas tot. 3 hojas	No. de plantas tot. 2 hojas	No. plantas tot. 1 hoja	No. plantas tot. cotiledón
tratamiento 1	3,5	31,5	29	15,5
tratamiento 2	17	28,5	19	24,5

Como se muestra en el cuadro No. 13 el mayor número de plantas se encontraba en 1 y 2 hojas, aunque también hay un número interesante en estado de cotiledón.

4.3.2. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en *Trifolium pratense*

El siguiente gráfico corresponde al porcentaje de implantación de *T. pratense* en los dos niveles de fertilización, 60 y 30 kg de P_2O_5 respectivamente para los tratamientos 1 y 2 (figura No. 10).

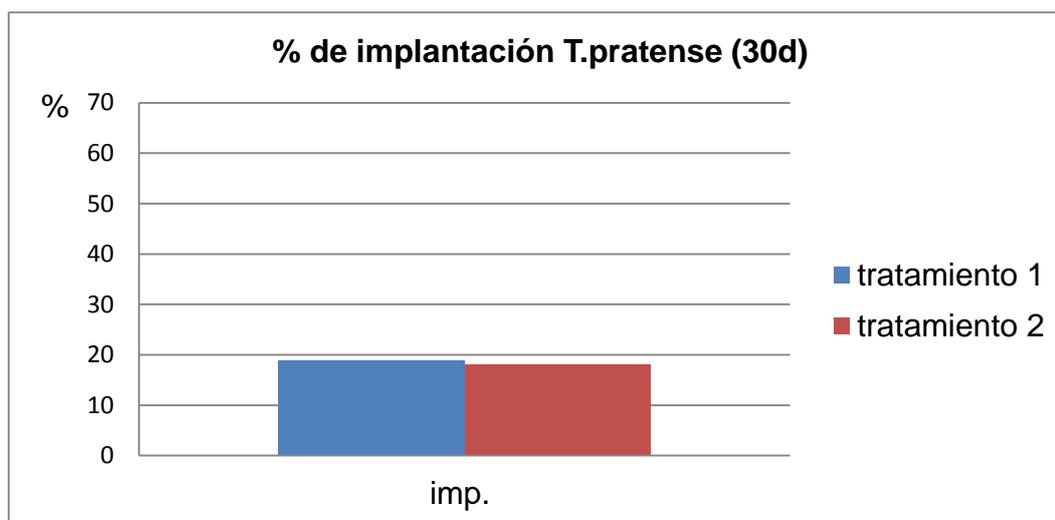


Figura No. 10: porcentaje de implantación para *Trifolium pratense* a los 30 días post-siembra y con dos niveles de fertilización fosfatada.

Como se observa en el gráfico las diferencias en porcentaje de implantación son mínimas entre uno y otro tratamiento. Para el tratamiento 1 con 60 kg de P_2O_5 el porcentaje de implantación fue de 19%, mientras que para el tratamiento 2 con 30 kg de P_2O_5 fue de 18 %. Estos valores no expresaron diferencias significativas, por lo tanto podemos afirmar que tanto el tratamiento 1 como el 2 se comportaron de la misma manera, no generando ni aumentos ni disminuciones en el porcentaje.

Si lo comparamos con un experimento realizado por Félix et al. (1998) para el tratamiento testigo (sin remover el tapiz), en donde se obtuvo un porcentaje de implantación para trébol rojo de 4,4 % para los 40 días post siembra, nuestros resultados serian ampliamente mayores.

El siguiente gráfico nos expresa en que estadio de desarrollo promedio se encontraban las plantas de *Trifolium pratense* a los 30 días post-siembra (figura No. 11)

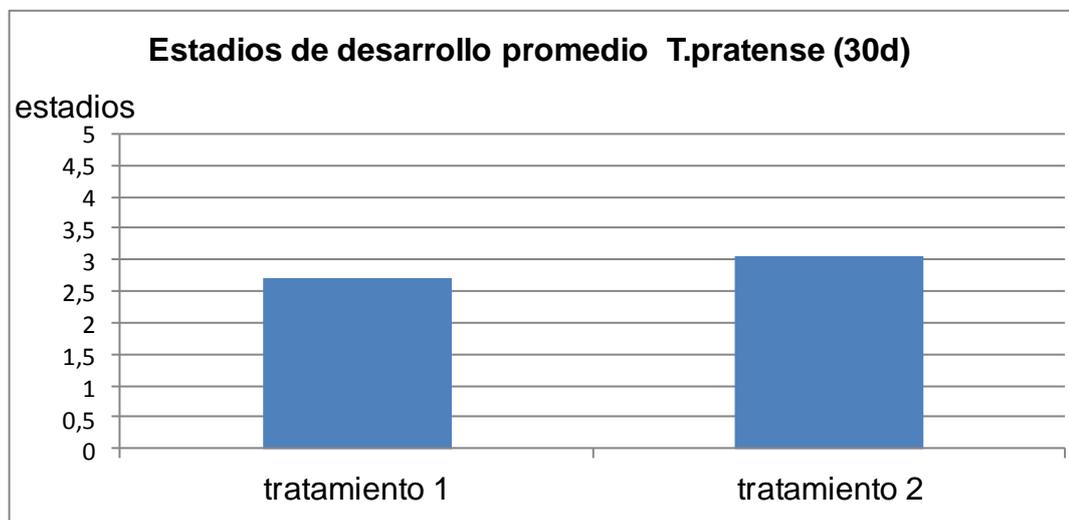


Figura No. 11: Estadios de desarrollo promedio para *Trifolium pratense* en los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

Los valores de estadios de desarrollo promedio para el tratamiento 1 y 2 no presentaron diferencias significativas, encontrándose en valores de 2,72 y 3,04 respectivamente, lo que nos estaría indicando que ambos

tratamientos tienen el mismo estadio de desarrollo promedio, encontrándose el mayor número de plantas en 2 hojas.

Donde sí se encontraron diferencias significativas fue en la cantidad de plantas encontradas en tres hojas, ya que para el tratamiento 2 se encontró un número de plantas significativamente mayor al tratamiento 1, vale recordar que el tratamiento 2 era el de menor valor de fósforo a la siembra (cuadro No. 14).

Cuadro No. 14: Estadios de desarrollo en número de plantas de *Trifolium pratense* para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

Tratamiento	No. de plantas >3 hojas	No. de plantas 3 hojas	No. de plantas 2 hojas	No. de plantas 1 hoja	No. de plantas cotiledón
tratamiento 1	0,5	3,5 A	30	19	2,5
tratamiento 2	0	13,5 B	25	12	2,5

Si tenemos en cuenta que el efecto más acentuado de la falta de P es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas. El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz (Mite et al., 1999).

Otros procesos en donde el fósforo está involucrado incluyen la división celular, la estimulación del crecimiento celular, floración, fructificación y formación de semillas (Hernández, 1999).

Para nuestro experimento sucede lo contrario, según el análisis de varianza los datos de número de plantas de tres hojas son significativamente mayores para el tratamiento con menor nivel de fósforo, quizás una explicación podría ser el nivel inicial de fósforo de cada tratamiento o simplemente un error experimental.

4.3.3. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en *Trifolium repens*

En la figura que tenemos a continuación, se presenta al igual que para *Trifolium pratense*, el porcentaje de implantación a los 30 días post-siembra (figura No. 12).

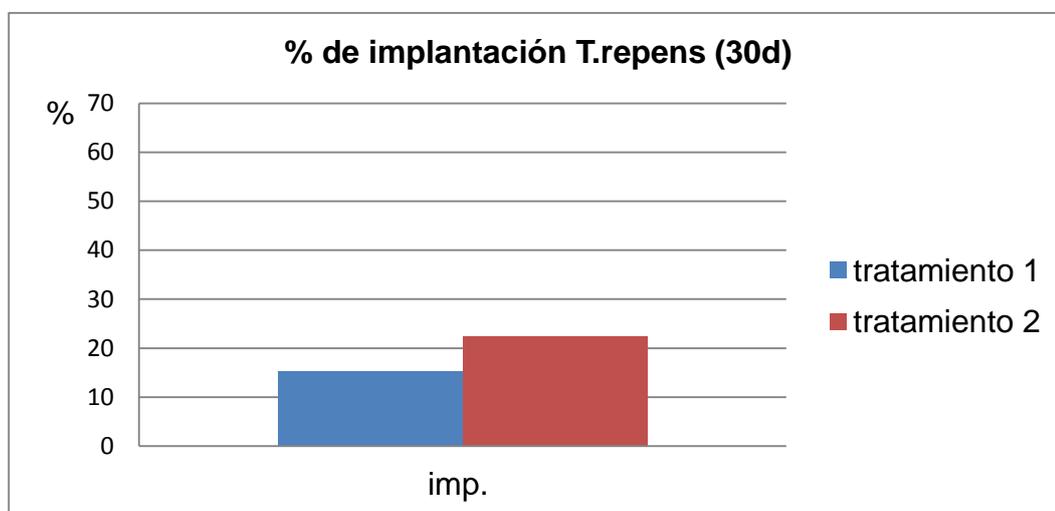


Figura No. 12: porcentaje de implantación para *Trifolium repens* a los 30 días post-siembra y con dos niveles de fertilización fosfatada.

Dicho gráfico nos muestra que existe una diferencia en porcentaje de implantación para ambos tratamientos, esta es mínima no arrojando diferencias significativas entre ellos.

Para el tratamiento 1 el valor es de 15 %, mientras que para el tratamiento 2 se encuentra en 22 %. En comparación con el *T. pratense* y para el tratamiento 1 podemos ver que el *T. repens* tiene un menor porcentaje de implantación -3,7 %. Mientras que para el tratamiento 2, el *T. repens* es 4,3 % superior con respecto al *T. pratense* para el mismo tratamiento.

Si lo comparamos con un ensayo realizado por Félix et al. (1998) para el tratamiento testigo (sin remover el tapiz), en donde obtuvo un porcentaje de implantación para *T. repens* de 24,9 % para los 40 días post siembra, este porcentaje no estaría tan alejado de lo obtenido en este

experimento para el tratamiento 2, en donde como se mencionó anteriormente se obtuvo un 22 % de implantación.

El siguiente gráfico se expresa en que estadio de desarrollo promedio se encontraban las plantas de *Trifolium repens* a los 30 días post-siembra (figura No. 13).

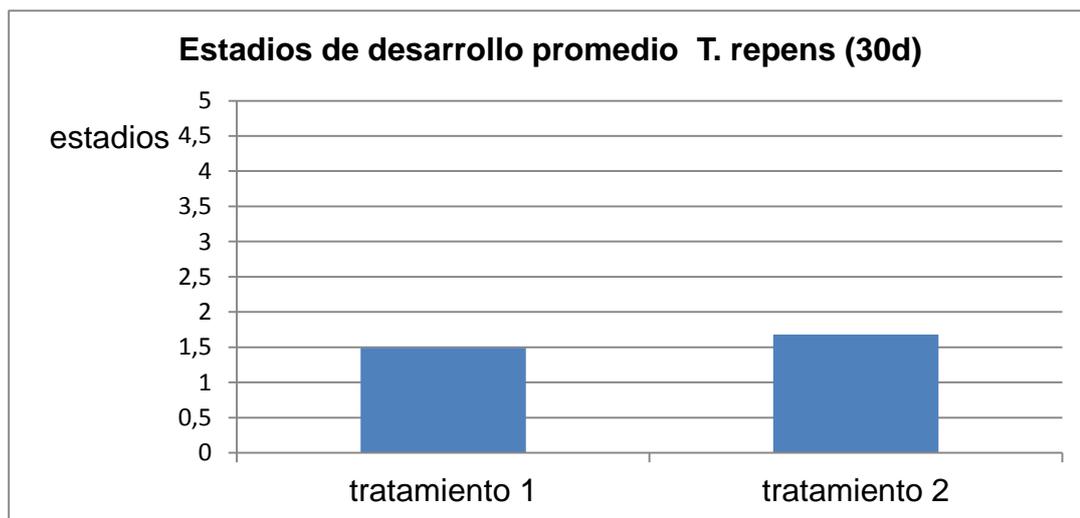


Figura No. 13: Estadios de desarrollo promedio para *Trifolium repens* en los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

Como podemos ver en el gráfico las diferencias entre estadios de desarrollo promedio entre los tratamientos casi son despreciables, por lo tanto basados en el análisis estadístico, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Las especies perennes en sus primeros estadios de desarrollo no se encuentran en la mejor condición fisiológica para responder a los niveles de fertilidad alcanzados. Lo cual estaría explicado por el menor potencial de crecimiento inicial de las especies perennes con relación a las anuales lo cual determina menores exigencias de fósforo en esta etapa (Montes et al., 1986).

También podemos apreciar como el *T. repens* en comparación con *T. pratense* se encuentra en estadios de desarrollo promedio menores, con valores en el orden de 1,24 (tratamiento 1) y 1,66 (tratamiento 2). Esto nos da una idea de que el mayor número de plantas se encontraba en cotiledón y una hoja.

Esto concuerda con lo expresado por Smetham, citado por Félix et al. (1998) donde en un ensayo con distintas especies de leguminosas concluyó que el *T. repens* mostró un comportamiento intermedio explicado principalmente por las altas exigencias de luz, su lento crecimiento inicial y elevado requerimiento de fósforo. En comparación con el mayor vigor inicial del *T. pratense* que se debe principalmente a su mayor tamaño y peso de semilla, así como su bajo porcentaje de semillas duras.

Para reafirmar este dato a continuación se presentan los valores, en el cual se determina el número de plantas presentes en cada estadio (cuadro No. 15).

Cuadro No. 15: Estadios de desarrollo en número de plantas de *Trifolium repens* para los tratamientos 1 y 2 a los 30 días post-siembra.

Tratamientos	No. de plantas > 3 hojas	No. de plantas 3 hojas	No. de plantas 2 hojas	No. de plantas 1 hoja	No. de plantas cotiledón
tratamiento 1	0	0	1,5	10	13
tratamiento 2	0	3,5	3,5	7	22

Como se expresa en el cuadro No. 15, se encontraron una mayor cantidad de plantas en estado de desarrollo 1 hoja y cotiledón, no encontrándose ninguna planta en estado mayor a 3 hojas y muy pocas en 2 y 3.

4.3.4. Comparación de estadios de desarrollo expresado como número de plantas entre *T. pratense* y *T. repens*, para los niveles de fertilización fosfatada estudiados

En la figura que se presenta a continuación se muestran los datos de números de plantas presentes en cada estadio de desarrollo, tanto para *T. pratense* como para *T. repens*, a los 30 días post-siembra y a su vez con el efecto de los tratamientos (figura No. 14).

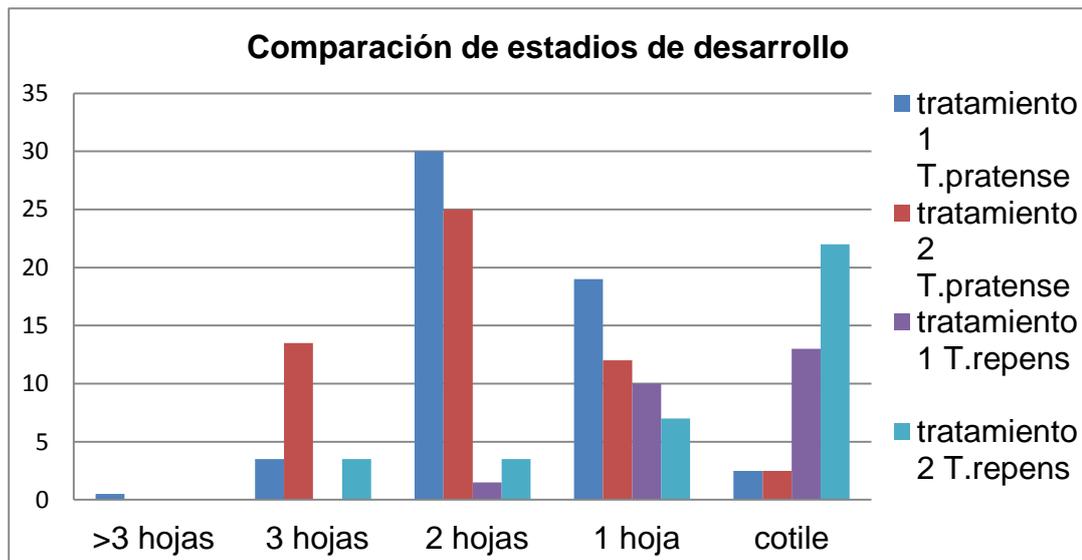


Figura No. 14: Número de plantas de *T. pratense* y *T. repens* en diferentes estadios de desarrollo a los 30 días post-siembra y con dos niveles de fertilización.

Como se demuestra en el gráfico, el *T. pratense* presenta un mayor número de plantas en dos hojas, tanto para el tratamiento 1 como el 2, mientras que para *T. repens* la mayor cantidad de plantas se encontraban en cotiledón y una hoja, para ambos tratamientos.

Nuestros resultados concuerdan con González et al. (1997) donde afirman que el comportamiento demostrado por el *T. repens*, presenta un lento crecimiento inicial, lo que constituye una limitante para su utilización en siembras en cobertura en estos tapices de gran crecimiento otoñal.

Según lo observado por Methol y Solari (1994) en la medición realizada a los 40 días post-siembra también destacó la precocidad del *T. pratense*.

4.4. RESULTADOS A LOS 60 DÍAS POST-SIEMBRA

4.4.1. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el número de plantas, porcentaje de implantación y estadios de desarrollo de plantas totales

En la figura presentada a continuación al igual que para los 30 días post-siembra, se expresa el número total de plantas (*T. pratense* + *T.*

repens), el número de plantas correspondientes a *T. pratense* y el número de plantas correspondiente a *T. repens*, cada una de estas determinaciones para ambos niveles de fertilización y a los 60 días post-siembra (figura No. 15).

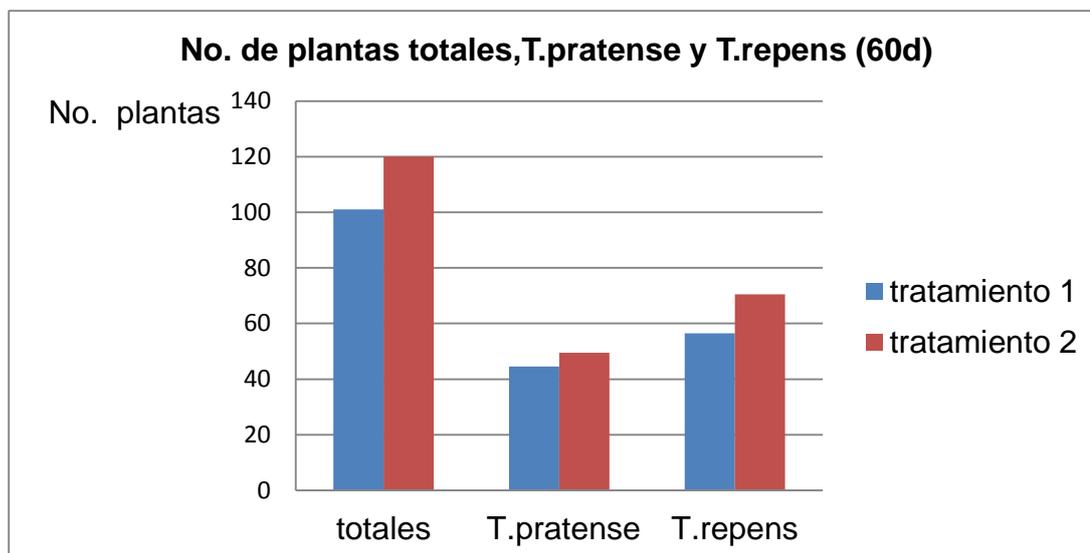


Figura No. 15: número de plantas totales, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens* para los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.

Como se observa en la gráfica el número de plantas totales aumentó pasando de 80 plantas en el tratamiento 1 y 89 plantas en el tratamiento 2 a los 30 días, a 101 plantas para el tratamiento 1 y 120 plantas para el 2 a los 60 días respectivamente.

Por otro lado el número de plantas de *T. pratense* se mantuvo casi igual comparado con los 30 días, mientras que el número de plantas de *T. repens* aumentó, pasando de 24 (tratamiento 1) y 36 (tratamiento 2) a los 30 días, a 56 (tratamiento 1) y 70 (tratamiento 2) a los 60 días post-siembra.

Es importante aclarar que según la prueba estadística, no se registraron diferencias significativas entre los dos tratamientos para el número de plantas registradas a los 60 días post-siembra.

En cuanto al número de plantas de *T. pratense* este es menor si lo comparamos con el ensayo de González et al. (1997) que para dicha especie en cobertura a los 55 días post siembra encontró 78 plantas/m².

Por otro lado el número es mayor comparado con un ensayo realizado por Risso y Morón (1990) en donde el número de plántulas de *T. pratense* por metro cuadrado encontradas para la siembra de mayo de 1984, a los 75 días post-siembra para una cobertura fue de 10 plantas/m².

En cuanto al número de plantas de *T. repens* es bastante similar al encontrado por González et al. (1997) quien a los 55 días post-siembra registró 72 plantas/m².

No lo fue así para un ensayo realizado por Arias y Paperan (2001) donde a los 60 días de la siembra se observó una muy buena germinación e instalación de los 4 cultivares de *T. repens* estudiados, ya que se obtuvo un mínimo de 627 plantas/m².

A su vez el presente experimento arrojó mejores resultados si lo comparamos con el detectado por Risso y Morón (1990) en la siembra de mayo de 1984, en donde a los 75 días post-siembra para una cobertura de *T. repens* se determinaron 7 plantas/m². Dicho año fue problemático para la instalación y crecimiento de pasturas por la ocurrencia de lluvias excesivas, largos periodos con días nublados e intensos fríos desde mediados de otoño. En otro ensayo realizado en otoño de 1985 por el mismo autor, en Florida, bajo una siembra en cobertura sobre un tapiz arrasado a unos 6-7 cm, que durante meses precedentes había sido sometido a pastoreos para debilitar sus reservas y a los efectos de uniformizar el área se cortó con rotativa a 4 cm de forraje remanente, se encontraron para los 60 días post-siembra 23 plantas/m² de *T. repens* cv Zapican, mientras que para la siembra de mayo de 1985 se encontraron a los 60 días post-siembra, 16 plantas/m² de trébol blanco.

En la siguiente figura se presenta un gráfico con el porcentajes de implantación total (*T. pratense* + *T. repens*) para los dos niveles de fertilización, 60 kg P₂O₅ (tratamiento 1) y 30 kg P₂O₅ (tratamiento 2) (figura No. 16).

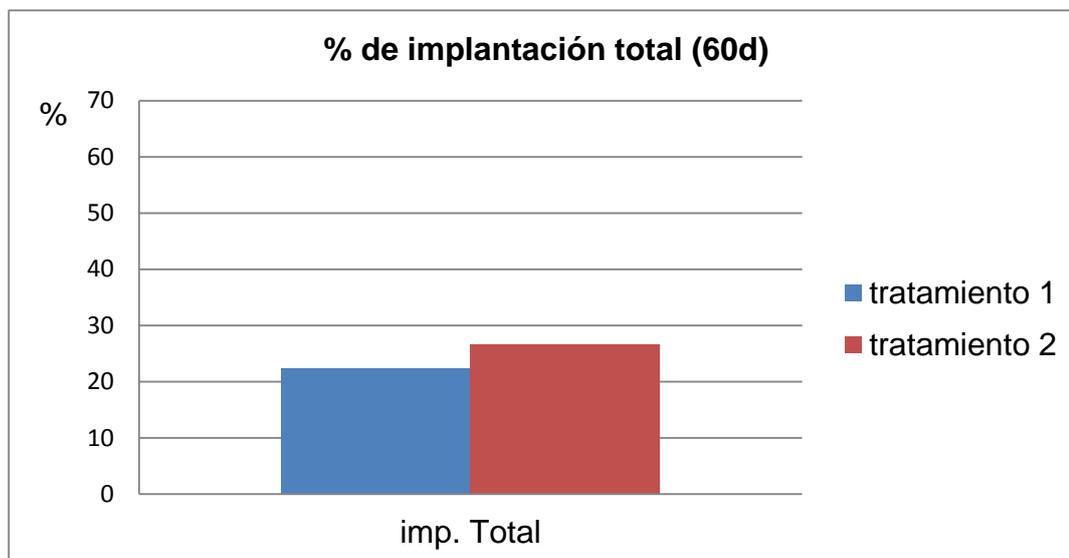


Figura No. 16: porcentaje de implantación total (*T. pratense* + *T. repens*), para los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.

Como se expresa en el gráfico, las diferencias en implantación entre uno y otro tratamiento son mínimas por lo tanto, basándonos en el análisis estadístico, podemos afirmar que las diferencias entre los tratamientos no son significativas.

Otro aspecto a señalar es un incremento en el porcentaje de implantación total (*T. pratense* + *T. repens*) a los 60 días post-siembra en relación a los 30 días. Se encuentra una diferencia en aumento de 5 % para el tratamiento 1 y 7 % para el tratamiento 2 a los 60 días post-siembra, este aumento en el porcentaje de implantación esta dado por un aumento en el número de plantas de *T. repens*, ya que el número de plantas de *T. pratense* disminuyó. Este aumento de más del doble de plantas de *T. repens* en 30 días, pudo estar relacionado a la historia de la chacra, la cual podría presentar semillas en el suelo de *Trifolium repens*, e influenciado con el efecto negativo que causa el exceso hídrico sobre la implantación de *Trifolium pratense*.

El *T. pratense* se destacó sobre el *T. repens* a los 30 días por las causas ya discutidas anteriormente, su mayor tamaño y peso de semilla entre otras, esto le confiere ventajas competitivas en siembras en cobertura cuando las condiciones climáticas post-siembra son favorables; según Félix et al. (1998) se podría provocar la muerte prematura de plántulas en caso de condiciones adversas posteriores a la germinación. Se debe tener en cuenta que muchas veces la ocurrencia de rocío permite la humedad suficiente para

que ocurra imbibición y posterior germinación de sus semillas, favorecidas por su mayor contenido de reservas seminales, quedando las plántulas dependientes de las futuras condiciones.

En la siguiente figura se presenta un gráfico con los estadios de desarrollo promedio de las plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*) para los dos niveles de fertilización, tratamiento 1 y tratamiento 2 a los 60 días post-siembra (figura No. 17).

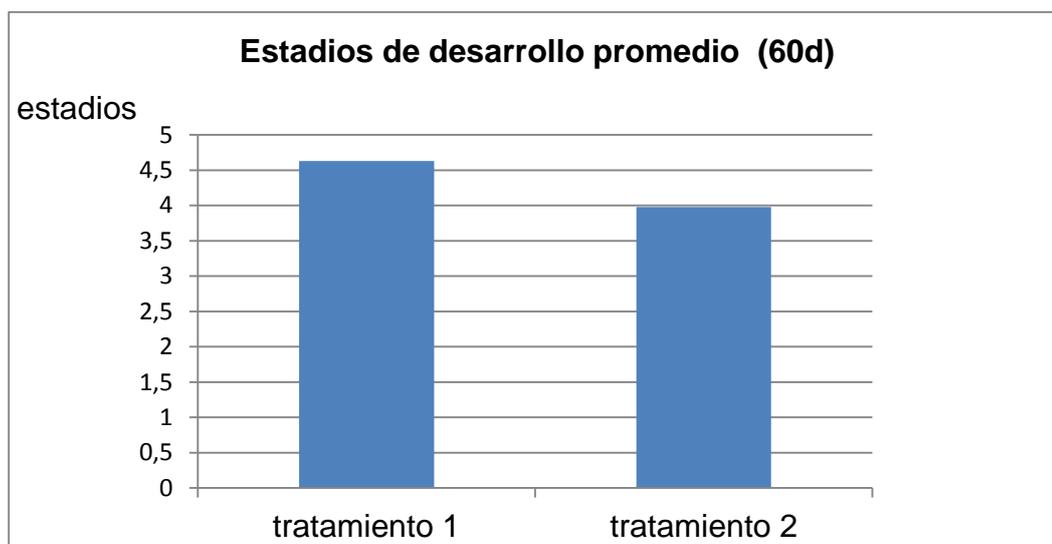


Figura No. 17: estadios de desarrollo promedio para el número de plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*), en los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.

Para los valores promedio de estadios de desarrollo, tampoco se encontraron diferencias significativas, lo que nos da a concluir que los tratamientos con distintos niveles de fósforo probados en este experimento no tuvieron efecto sobre los estadios de desarrollo de las plantas.

También se desprende de la gráfica que el mayor número de plantas se encontraban en más de tres hojas.

Por otro lado si analizamos los siguientes resultados con el número de plantas presentes en cada estadio, podemos ver que existieron diferencias significativas en lo que respecta al número de plantas en tres hojas y en dos hojas, presentando el tratamiento 2 (30 kg P_2O_5), un mayor número de plantas por estadio (cuadro No. 16).

Cuadro No. 16: Estadios de desarrollo y número de plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*), según tratamientos a los 60 días post-siembra.

Tratamientos	No. de plantas tot. > 3 hojas	No. de plantas tot. 3 hojas	No. de plantas tot. 2 hojas	No. plantas tot. 1 hoja	No. plantas tot. cotiledón
tratamiento 1	71	22,5 A	7,5 A	0	0
tratamiento 2	39	43,5 B	37,5 B	0	0

Este dato presente en el cuadro No. 16 sigue concordando con lo encontrado para los 30 días post-siembra, en donde el mayor número de plantas en el estadio de tres hojas se encontraba en el tratamiento 2, no coincidiendo con la bibliografía consultada y discutida anteriormente.

4.4.2. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en *Trifolium pratense*

El siguiente gráfico corresponde al porcentaje de implantación de *T. pratense* en los dos niveles de fertilización, 60 y 30 kg de P₂O₅ respectivamente para los tratamientos 1 y 2 (figura No. 18).

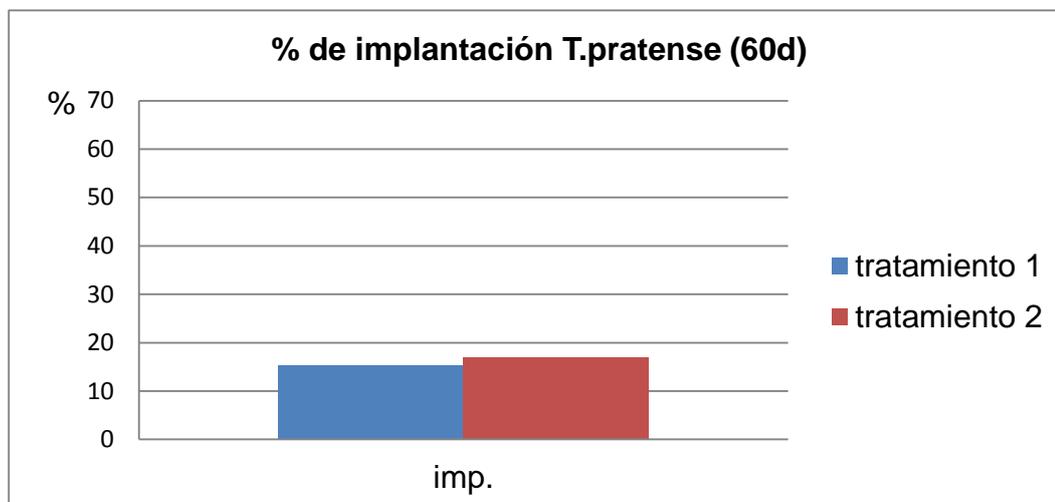


Figura No. 18: porcentaje de implantación para *Trifolium pratense* a los 60 días post-siembra y con dos niveles de fertilización fosfatada.

A los 60 días post-siembra encontramos y para el *T. pratense* no se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de implantación, el cual fue 15 y 17 % para el tratamiento 1 y 2 respectivamente.

En comparación con el porcentaje de implantación del *T. pratense* a los 30 días post-siembra, podemos ver que existe una pequeña disminución de este parámetro de -3,8 % para el tratamiento 1 y -1,2 % para el tratamiento 2.

Esto está determinado por la disminución antes mencionada en el número de plantas totales de *T. pratense* a los 60 días post-siembra.

Este valor de implantación presentado no estaría tan alejado de los datos reportados por González et al. (1997) para una cobertura de *T. pratense* en donde se obtuvo a los 55 días post-siembra un porcentaje de implantación de 23 %.

El siguiente gráfico muestra el estadio de desarrollo promedio en el que se encontraban las plantas de *Trifolium pratense* a los 60 días post-siembra (figura No. 19).

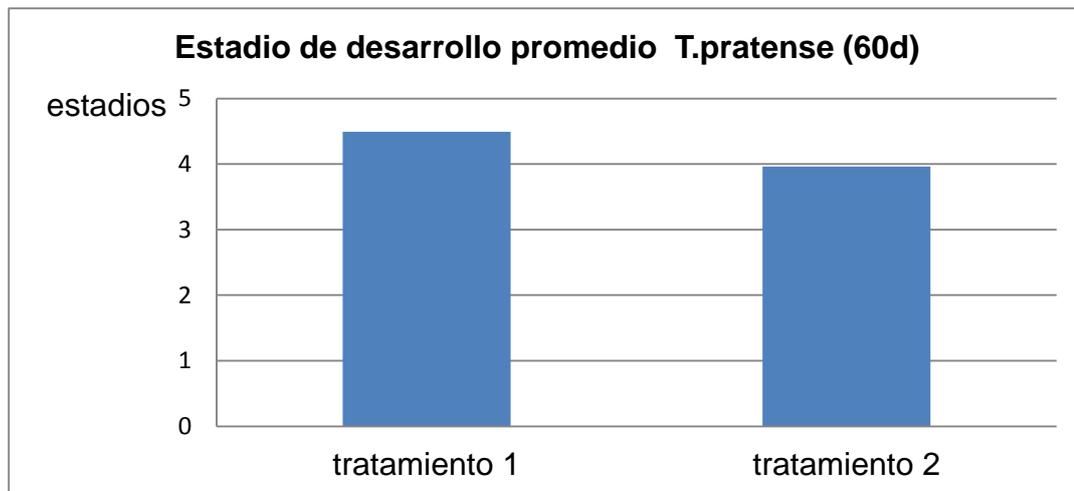


Figura No. 19: Estadios de desarrollo promedio para *Trifolium pratense* en los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.

Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los estadios de desarrollo para ambos tratamientos, lo que se puede constatar es el cambio que existió en estadios de desarrollo entre los 30 días post siembra y los 60. Mientras que en los 30 días el mayor número de plantas se encontraba en dos hojas, en los 60 días post-siembra el mayor número de plantas se encuentra en tres hojas.

Por lo tanto esto nos da como pauta como va evolucionando la especie a medida que pasan los días de implantación, pasando por todos los estadios hasta su completo desarrollo.

A diferencia de los 30 días post-siembra, para los 60 días no existieron diferencias significativas entre el número de plantas en los diferentes estadios de desarrollo.

Para reafirmar este dato a continuación se presenta los valores en donde se determina el número de plantas presentes en cada estadio (cuadro No. 17).

Cuadro No. 17: Estadios de desarrollo en número de plantas de *Trifolium pratense* para los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.

Tratamientos	No. de plantas > 3 hojas	No. de plantas 3 hojas	No. de plantas 2 hojas	No. de plantas 1 hoja	No. de plantas cotiledones
tratamiento 1	21	22,5	1	0	0
tratamiento 2	2,5	43,5	3,5	0	0

Como lo expresa el cuadro No. 17 a los 60 días post-siembra la mayor cantidad de plantas se encontraban en 3 hojas y una menor proporción en más de 3, no encontrándose ninguna planta en 1 hoja y cotiledón.

4.4.3. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en *Trifolium repens*

En el gráfico que se presenta a continuación, se observa el porcentaje de implantación a los 60 días post-siembra (figura No. 20).

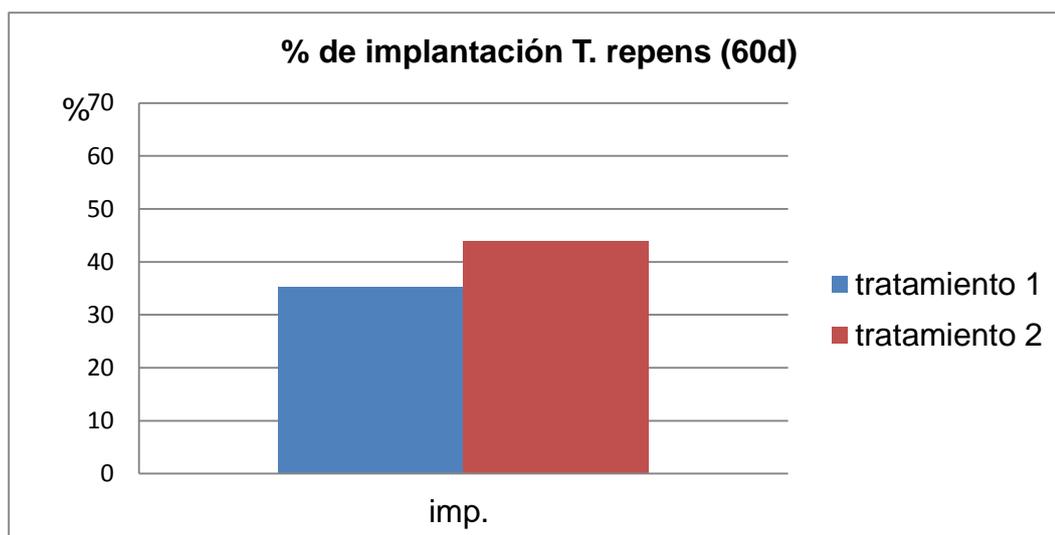


Figura No. 20: Porcentaje de implantación de *Trifolium repens* a los 60 días post-siembra y dos niveles de fertilización fosfatada.

En el porcentaje de implantación no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, con valores de 35 % para el tratamiento 1 y 44 % para el tratamiento 2.

Lo que se puede observar también es que el porcentaje de implantación a los 60 días aumentó con respecto a la implantación a los 30 días para dicha especie, ya que los valores de implantación a los 30 fueron, 15 % para el tratamiento 1 y 22 % para el tratamiento 2.

Si comparamos la implantación de *T. repens* a los 60 días con la de *T. pratense* para la misma cantidad de días, vemos que el porcentaje de implantación del primero es bastante superior al del segundo para los dos tratamientos, esto está reflejado por el aumento ya mencionado en el número de plantas de *Trifolium repens* y acentuado aun más por la disminución de plantas de *Trifolium pratense*.

Nuestros datos son bastante mayores en porcentaje si los comparamos con el trabajo realizado por González et al. (1997) en donde para una cobertura de *T. repens* obtuvo un porcentaje de implantación para a los 55 días de 21 %.

Los resultados antes mencionados realizado por González et al. (1997) son bastante coincidentes con Silveira (2005) en donde determinó para una cobertura de *T. repens* y *Lotus glaber* un porcentaje de implantación a los 60 días post-siembra en promedio de 25 %, siendo la diferencia en el porcentaje de implantación entre los valores extremos de 1,86 %.

Esto nos estaría indicando que nuestros datos están muy por encima de los antecedentes, quizás por lo ya mencionado en cuanto a la historia de la chacra y/o por la presencia de *T. repens* espontáneo, el cual estaría sobreestimando nuestras observaciones. Esto puede ser corroborado fundamentalmente para el tratamiento 2 que presentó plantas en dos estadios de desarrollo bien diferenciados (cuadro No. 18).

En el siguiente gráfico se observa el estadio de desarrollo promedio en el cual se encontraban las plantas de *Trifolium repens* a los 60 días post-siembra (figura No. 21).

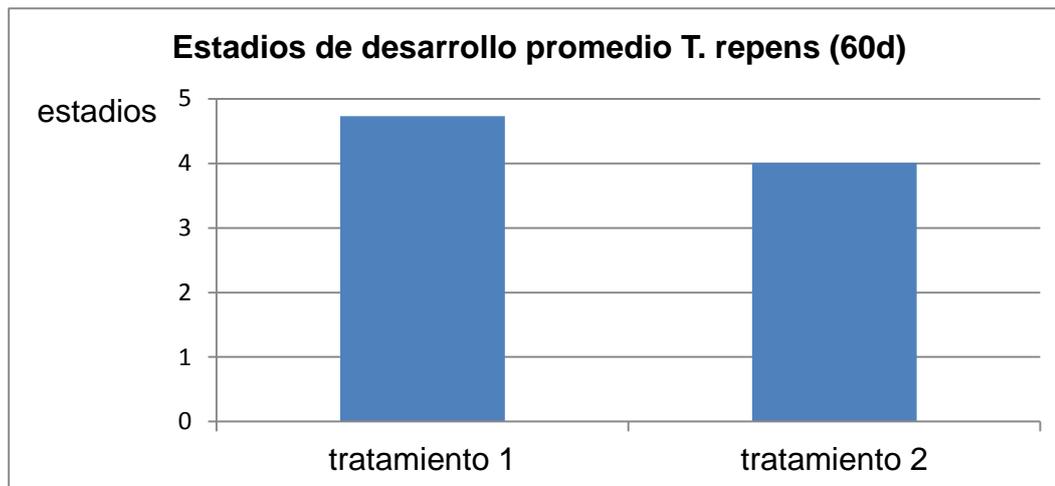


Figura No. 21: Estadios de desarrollo promedio para *Trifolium repens* en los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.

En el grafico de la figura No. 21 se observa la mayor cantidad de plantas para el tratamiento 1 se encontraban en estadios de desarrollo más avanzado, casi todas las plantas llegando a más de tres hojas (4,73), mientras que para el tratamiento 2 no están en estado tan avanzado dando de promedio 4,01, ya que se encontró prácticamente la misma cantidad de plantas con dos hojas que con más de tres hojas, por lo tanto el estadio de desarrollo promedio es menor.

A pesar de todo esto antes mencionado no existen diferencias estadísticamente significativas, por lo tanto no podemos afirmar que existió un efecto de los tratamientos.

A los efectos de reafirmar este concepto a continuación se presentan los valores en el cual se determina el número de plantas presentes en cada estadio (cuadro No. 18).

Cuadro No. 18: Estadios de desarrollo en número de plantas de *Trifolium repens* para los tratamientos 1 y 2 a los 60 días post-siembra.

Tratamientos	No. de plantas > 3 hojas	No. de plantas 3 hojas	No. de plantas 2 hojas	No. de plantas 1 hoja	No. de plantas cotiledón
tratamiento 1	50	0	6,5	0	0
tratamiento 2	36,5	0	34	0	0

En el cuadro No. 18 se reporta claramente lo ya mencionado en cuanto a la historia de la chacra y la presencia de *T. repens* espontáneo, ya que vemos para el tratamiento 2 un marcado número de plantas en estadio de 2 hojas y en más de 3 hojas lo cual indica diferencias en estadios de desarrollo de las plantas presentes.

4.4.4. Comparación de estadios de desarrollo expresado como número de plantas entre *T. pratense* y *T. repens*, para los niveles de fertilización fosfatada estudiados

En la gráfica que se presenta seguidamente se exhiben los datos de números de plantas presentes en cada estadio de desarrollo, tanto para *T. pratense* como para *T. repens*, a los 60 días post-siembra y a su vez con el efecto de los tratamientos (figura No. 22).

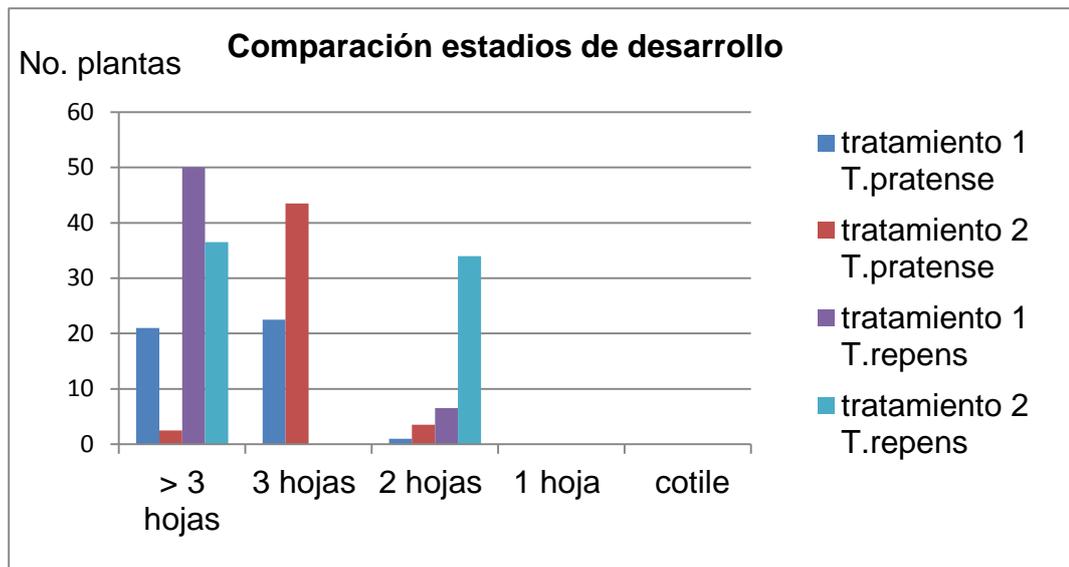


Figura No. 22: Número de plantas de *T. pratense* y *T. repens* en diferentes estadios de desarrollo a los 60 días post-siembra y con dos niveles de fertilización.

Como se observa en el gráfico, el *T. repens* presenta un mayor número de plantas en estadios de más de tres hojas, aunque también presenta un número importante de plantas en dos hojas, para el tratamiento 2. Por otro lado *T. pratense* presenta para el tratamiento 2 un número importante de plantas en 3 hojas, pero también presenta plantas en más de tres hojas. El número de plantas totales son menores para *T. pratense* por lo tanto también se refleja en un menor número de plantas por estadio de desarrollo si lo comparamos con el *T. repens*.

4.5. RESULTADOS A LOS 90 DÍAS POST-SIEMBRA Y LUEGO DEL PRIMER PASTOREO

4.5.1. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el número de plantas, porcentaje de implantación y estadios de desarrollo de plantas totales

En la figura que se presenta a continuación se expresa el número total de plantas (*T. pratense* + *T. repens*), el número de plantas correspondientes a *T. pratense* y el número de plantas correspondiente a *T. repens*, cada una de estas determinaciones para ambos niveles de

fertilización y a los 90 días post-siembra luego de un pastoreo (figura No. 23).

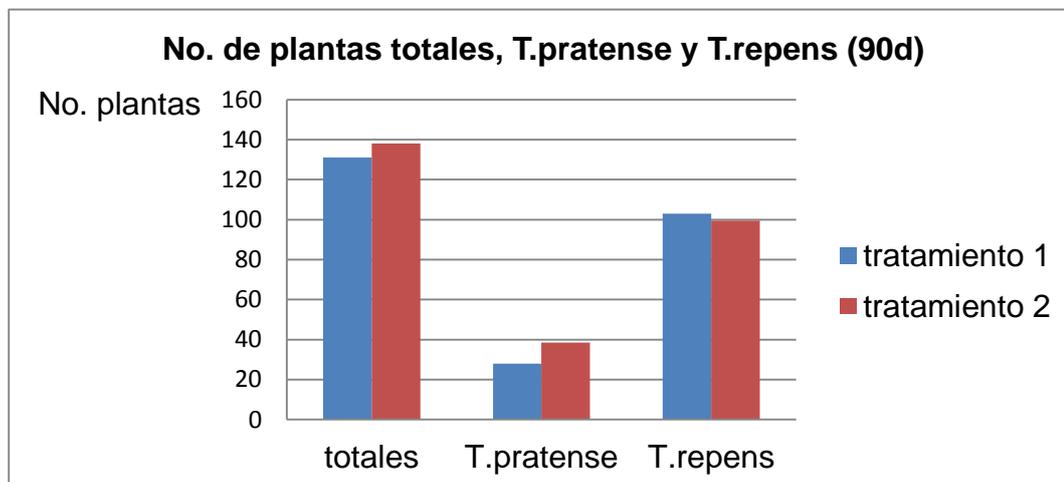


Figura No. 23: número de plantas totales, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens* para los tratamientos 1 y 2 a los 90 días post-siembra y luego de un pastoreo.

A los 90 días se registró el número total de plantas/m² tanto para el tratamiento 1 y 2 siendo de 131 y 138 respectivamente. De las cuales 103 y 99 corresponden al número de plantas para *T. repens*, tratamiento 1 y 2. Mientras que para *T. pratense* el número de plantas es de 28 y 38 para ambos tratamientos respectivamente.

Al realizar el análisis estadístico no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, tanto para el número total de plantas, como para *T. pratense* y *T. repens* en ambos tratamientos.

Comparando el número de plantas a los 60 días podemos ver que continúa una disminución en el mismo para *T. pratense* y un aumento para *T. repens*.

En antecedentes de resultados de ensayos para coberturas de *T. repens* realizado por Ferenczi et al. (1997) encontró para los 110 días post-siembra 45 plantas/m². El mismo autor observó que existió una disminución neta de la población de plántulas entre las fechas de muestreo, concordando con Curll y Gleeson (1987), que encontraron que el número de plántulas de *T. repens* y *T. pratense* declinó en todos los tratamientos (siembra directa con mínimo laboreo en la banda y cobertura, con y sin herbicida).

Por lo tanto este antecedente concuerda en parte con lo observado, en el presente trabajo donde se observó una importante disminución de la población de *T. pratense* en las determinaciones, lo que sí es menor con respecto a nuestros datos es el número de plantas/m².

Otro ensayo llevado a cabo por Félix et al. (1998) en una cobertura determinó a los 90 días post siembra una población de *T. repens* de 49 plantas/m², este dato concuerda bastante con lo encontrado por Ferenczi et al. (1997) en su determinación a los 110 días, pero es menor si lo comparamos con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Methol y Solari (1994) diferenciaron tres posiciones topográficas, ladera alta, ladera baja y bajo, se encontraron a los 120 días post-siembra en el bajo 154 plantas/m², en la ladera alta 82 plantas/m² y en la ladera baja 92 plantas/m². Estos resultados concuerdan bastante con los resultados obtenidos en este trabajo ya que el número de plantas se encuentra en el orden de las 100 plantas/m².

Por otro lado, antecedentes de porcentaje de implantación y densidad de plantas a los 120 días en Uruguay en siembras en cobertura indican rangos entre 20-120 plantas/m² (Arias y Peperan, 2001). Por lo tanto podemos ver que existe una gran variación entre resultados.

En cuanto a *T. pratense* podemos mencionar un trabajo de González et al. (1997) en donde a los 105 días post-siembra registro para una cobertura 56 plantas/m². Según Félix et al. (1998) para una cobertura de *T. pratense* a los 90 días post siembra se encontraron 6 plantas/m². Mientras que para Methol y Solari (1994) donde se determinó el número de plantas de *T. pratense* a los 120 días post-siembra, en el bajo se registraron 170 plantas/m², en la ladera alta se registraron 112 plantas/m² y en la ladera baja 111 plantas/m².

Por último otros antecedentes nacionales sobre resultados de siembras en cobertura de *T. pratense* en número de plantas/m² indican que para el año 1989, Bologna y Hill (1993) observaron a los 90 días post-siembra 18,3 y 16,6 plantas/m². Mientras que Minutti et al. (1996) para los 120 días post siembra registró en el año 1994, 21,6 plantas/m².

Por lo antes mencionado en cuanto a los antecedentes de resultados de implantación en plantas/m², podemos decir en primera instancia que los datos son bastante diferentes entre ellos, el número de plantas es bastante variable para cada ensayo, a pesar de dicha variabilidad en los datos, los del

presente trabajo se podrían ajustar mas a los datos de implantación registrados por Bologna y Hill (1993) y los datos de Minutti et al. (1996).

A continuación se presenta un gráfico con los porcentajes de implantación total (*T. pratense* + *T. repens*) para los dos niveles de fertilización, tratamiento 1 y 2 (figura No. 24).

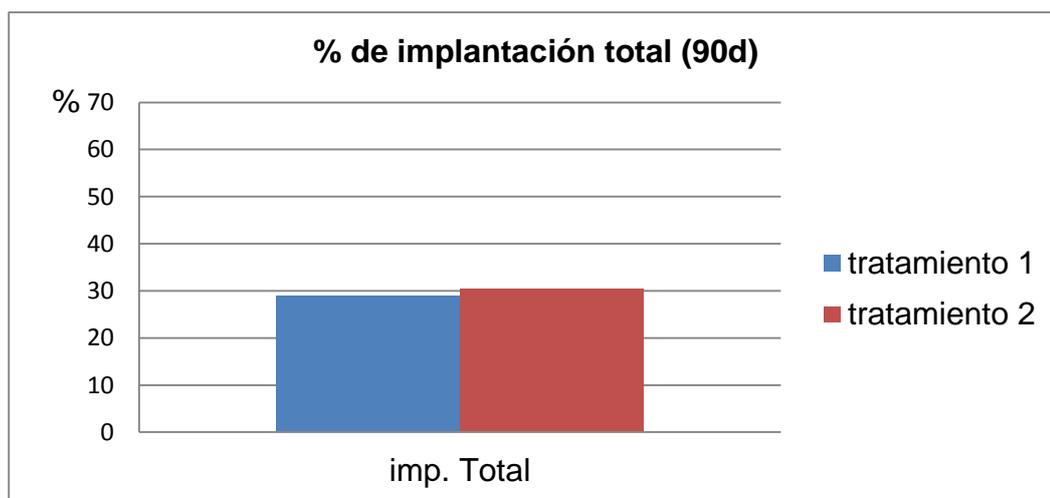


Figura No. 24: porcentaje de implantación total (*T. pratense* + *T. repens*), para los tratamientos 1 y 2 a los 90 días post-siembra y luego de un pastoreo.

No se encontraron diferencias significativas para los tratamientos en cuanto al porcentaje de implantación, donde se puede notar un aumento en la implantación comparado con los 30 y 60 días post siembra, llegando a valores de 29 % para el tratamiento 1 y 30 % para el tratamiento 2. Este aumento en el porcentaje de implantación se da básicamente por un aumento en el número de plantas de *T. repens* el cual siguió en aumento.

En el siguiente gráfico se presentan los estadios de desarrollo promedio para las plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*), para ambos niveles de fertilización, tratamiento 1 y 2 a los 90 días post-siembra y luego de un pastoreo (figura No. 25).

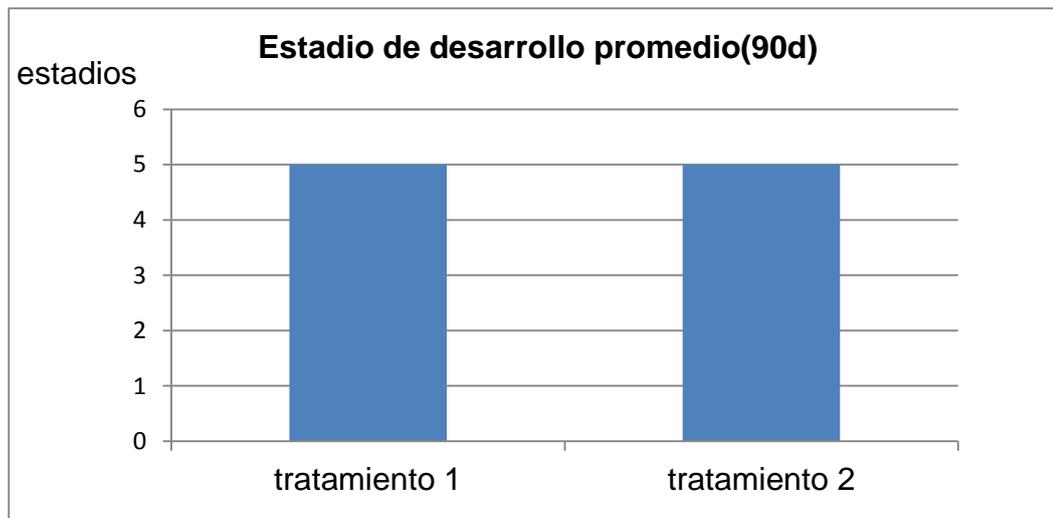


Figura No. 25: Estadios de desarrollo promedio para el número de plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*), en los tratamientos 1 y 2 a los 90 días post-siembra y luego de un pastoreo.

Como se ve en el gráfico, tanto como para el tratamiento 1 como para el 2, todas las plantas se encontraban establecidas con más de tres hojas, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y a diferencia de los 60 días post siembra para plantas totales, no se detectaron con menos de tres hojas.

4.5.2. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en *Trifolium pratense*

El siguiente gráfico corresponde al porcentaje de implantación de *T. pratense* en los dos niveles de fertilización, 60 y 30 kg de P_2O_5 respectivamente para los tratamientos 1 y 2 (figura No. 26).

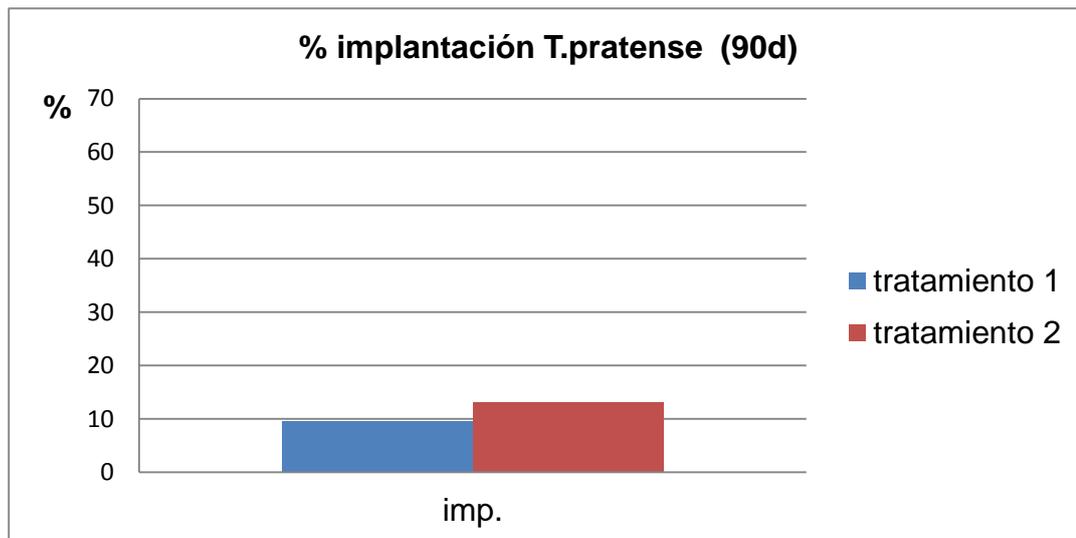


Figura No. 26: Porcentaje de implantación para *Trifolium pratense* a los 90 días post-siembra, luego de un pastoreo y con dos niveles de fertilización fosfatada.

Para ambos tratamientos en el porcentaje de implantación no se detectaron diferencias significativas, afirmando de esta manera que no tuvo efecto el agregado de fósforo.

El porcentaje de implantación para *T. pratense* a los 90 días y luego de un pastoreo se vio disminuido con respecto al porcentaje de implantación para los 60 días. A los 60 días los valores de implantación tanto para el tratamiento 1 como para el 2 eran: 15 % y 17 % respectivamente, mientras que para los 90 días post siembra y luego del primer pastoreo fue de 10 % y 13 % para los tratamientos 1 y 2 respectivamente. Por lo tanto se puede ver una disminución en porcentaje de -5 % para el tratamiento 1 y de -4 % para el tratamiento 2.

Félix et al. (1998) para una cobertura de *T. pratense* encontró a los 90 días post-siembra un 2 % de establecimiento, resultados obtenidos en el presente trabajo, el porcentaje de implantación fue sustancialmente mayor, aunque hay antecedentes con mejores resultados que los obtenidos aquí.

En cuanto al estado de desarrollo promedio, como ya se mencionó anteriormente para las plantas totales, las mismas se encontraban todas en estadio 5, correspondiente a más de tres hojas, por lo tanto podemos afirmar que las plantas en su totalidad se encontraban establecidas y no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Según lo expresado por Methol y Solari (1994) en los conteos de plántulas efectuados a los 80 días post-siembra, se diferenciaron tres grupos de especies en lo que se refiere a velocidad de crecimiento. El primer grupo formado por *T. pratense*, *T. repens* y *Lotus tenuis*, que promedialmente mostraron una mayor precocidad.

4.5.3. Efecto del nivel de fertilización fosfatada sobre el porcentaje de implantación y estadios de desarrollo en *Trifolium repens*

En la figura que se presenta a continuación, muestra el porcentaje de implantación a los 90 días post-siembra y luego de un pastoreo (figura No. 27).

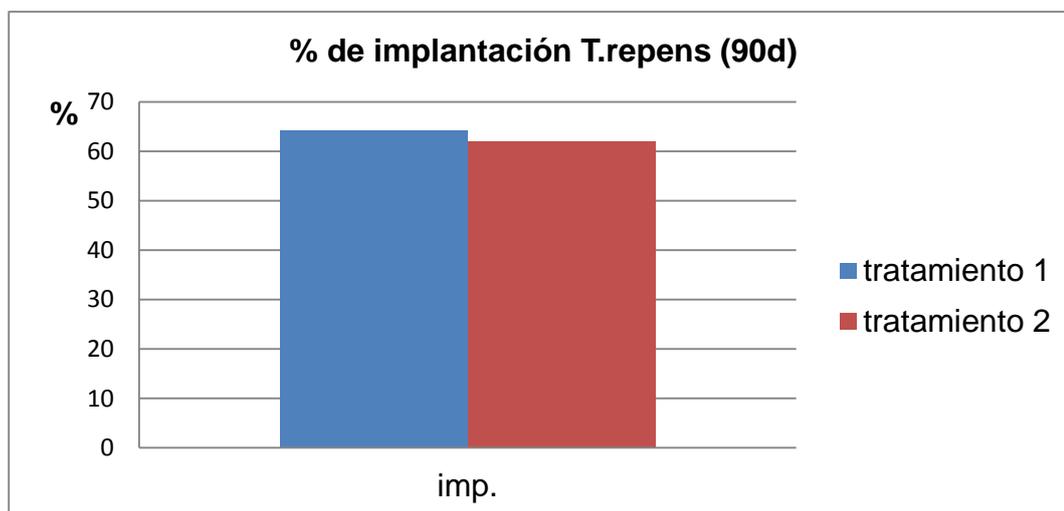


Figura No. 27: porcentaje de implantación para *Trifolium repens* a los 90 días post-siembra, luego del primer pastoreo y con dos niveles de fertilización fosfatada.

Como se ve en el gráfico No. 27, a los 90 días de la siembra de *T. repens* el tratamiento 1 alcanzó valores de 64 %, mientras que el tratamiento 2 de 62 % de implantación.

No se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos, podemos notar un gran incremento en el porcentaje de implantación para *T. repens* en comparación con la implantación a los 30 y 60 días post siembra. Si comparamos la implantación a los 30 días con respecto a los 90, vemos un incremento en porcentaje de 49 % para el tratamiento 1 y 39 % para el tratamiento 2. Ahora, si comparamos la

implantación a los 60 días con respecto a los 90 días post siembra, vemos un incremento de 29 % para el tratamiento 1 y 18 % para el tratamiento 2.

Por lo tanto podemos decir que para la determinación del porcentaje de implantación del *T. pratense* serían suficientes 60 días post- siembra, ya que las diferencias en porcentaje de los valores de implantación casi no varían. Mientras que para determinar el porcentaje de implantación de *T. repens* serán necesarias las determinaciones hasta los 90 días post-siembra, ya que hay una gran diferencia entre la implantación a los 60 días con respecto a los 90.

En el ensayo realizado por Félix et al. (1998) para los 90 días post siembra se encontró en una cobertura de *T. repens* un 15 % de establecimiento, este valor es muy bajo si lo comparamos con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Ferenczi et al. (1997) con determinaciones a los 110 días, momento más definitivo en relación al número de plantas que efectivamente aportarían forraje, el porcentaje de implantación para la cobertura fue de 68,6 % para dicha especie, por lo tanto coincidentes, con los valores de 64 y 62 % de implantación (tratamientos 1 y 2 respectivamente) obtenidos en el presente trabajo.

Antecedentes de porcentaje de implantación y densidad de plantas a los 120 días en Uruguay en siembras en cobertura indican rangos de 28-38 % de implantación para *T. repens* (Arias y Paperan, 2001).

En cuanto el estadio de desarrollo promedio, al igual que para *T. pratense*, todas las plantas se encontraron en estadio 5, correspondiente a más de tres hojas, por lo tanto podemos afirmar que las plantas se encontraban en promedio ya establecidas.

4.5.4. Comparación de estadios de desarrollo expresado como número de plantas entre *T. pratense* y *T. repens*, para los niveles de fertilización fosfatada estudiados

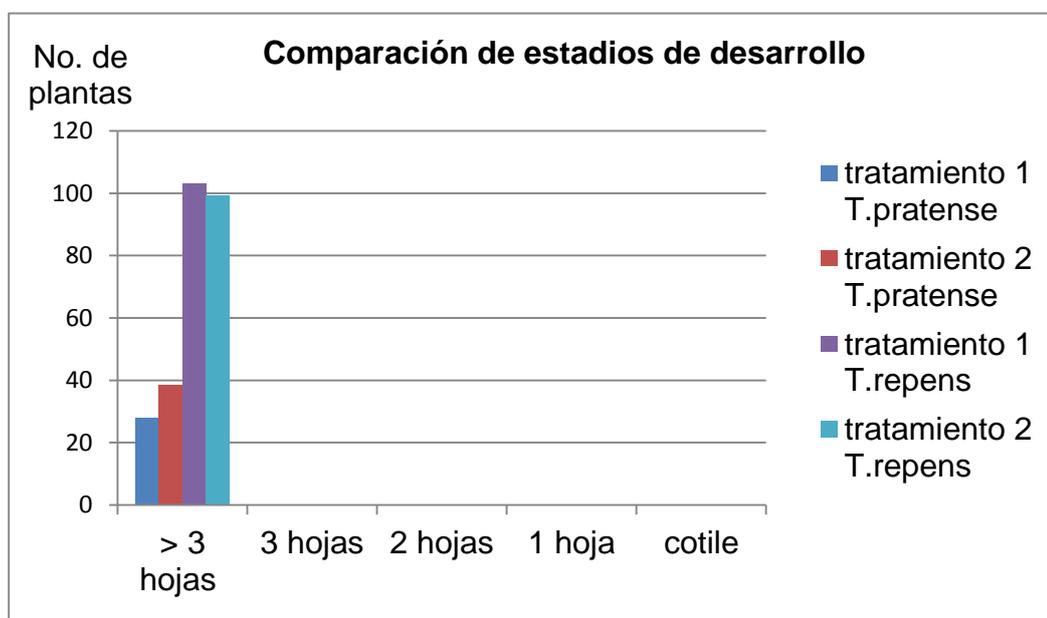


Figura No. 28: Número de plantas de *T. pratense* y *T. repens* en diferentes estadios de desarrollo a los 90 días post-siembra, luego de su primer pastoreo y con dos niveles de fertilización.

Como se observa en el gráfico, la totalidad de las plantas, tanto de *T. pratense* como de *T. repens* se encontraron en más de tres hojas, lo que nos determina un establecimiento total de las plantas en el tapiz. También se desprende de la misma el mayor número de plantas de *T. repens* con respecto a *T. pratense*, tanto para el tratamiento 1 como el 2.

4.5.5. Relación raíz parte aérea para *T. pratense* y *T. repens*, en los dos niveles de fertilización estudiados

A continuación se presentan los datos de las relaciones entre raíz y parte aérea encontradas para ambas especies, en ambos tratamientos, así como los pesos en gramos de materia seca para la fracción raíz y parte aérea (cuadro No. 19).

Cuadro No. 19 Relación raíz/ parte aérea, peso seco de raíz y parte aérea para *T. pratense* y *T. repens*.

<i>T. pratense</i>			
Tratamientos	Relación r/a	Peso seco raíz (g)	Peso seco aéreo (g)
tratamiento 1	0,28	0,125	0,45
tratamiento 2	0,41	1	2,43
<i>T. repens</i>			
Tratamientos	Relación r/a	Peso seco raíz (g)	Peso seco aéreo (g)
tratamiento 1	0,27	2,65	9,47
tratamiento 2	0,32	2,4	7,5

Para los datos de relación raíz parte aérea, no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, pero a pesar de esto podemos notar como para *T. pratense* se ve una mayor diferencia en el peso de la raíz y de la parte aérea del tratamiento 1 comparado con el tratamiento 2, que no es coincidente con los resultados obtenidos para *T. repens*.

Nuestros resultados coinciden con los resultados reportados por Silveira (2005) y con los obtenidos por Marschner (1995), que observaron que a diferencia de lo que ocurre con el crecimiento de los tallos, el crecimiento radicular es menos inhibido por las deficiencias de fósforo,

observándose un aumento en la relación raíz/parte aérea. En general, el aumento de dicha relación en plantas con deficiencias de fósforo esta correlacionada con un incremento en el flujo de carbohidratos hacia las raíces (Wilson, citado por Gourley et al., 1993). El desarrollo radicular en términos generales, depende del suministro de carbohidratos desde la parte aérea. Por tanto, la intensidad de luz, altas temperaturas, defoliación, etc. reducen marcadamente el crecimiento radicular. Por otra parte, déficit de agua o nutrientes afecta relativamente más la parte aérea que las raíces (Brouwer 1966, Garwood 1967, Troughton, citados por García 1997).

4.6. EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES EN EL PERÍODO EXPERIMENTAL

4.6.1. Número de plantas para *T. pratense* y *T. repens*

En los siguientes gráficos se presenta la evolución en número de plantas tanto para *Trifolium pratense* como para *Trifolium repens* en las tres determinaciones y para cada tratamiento

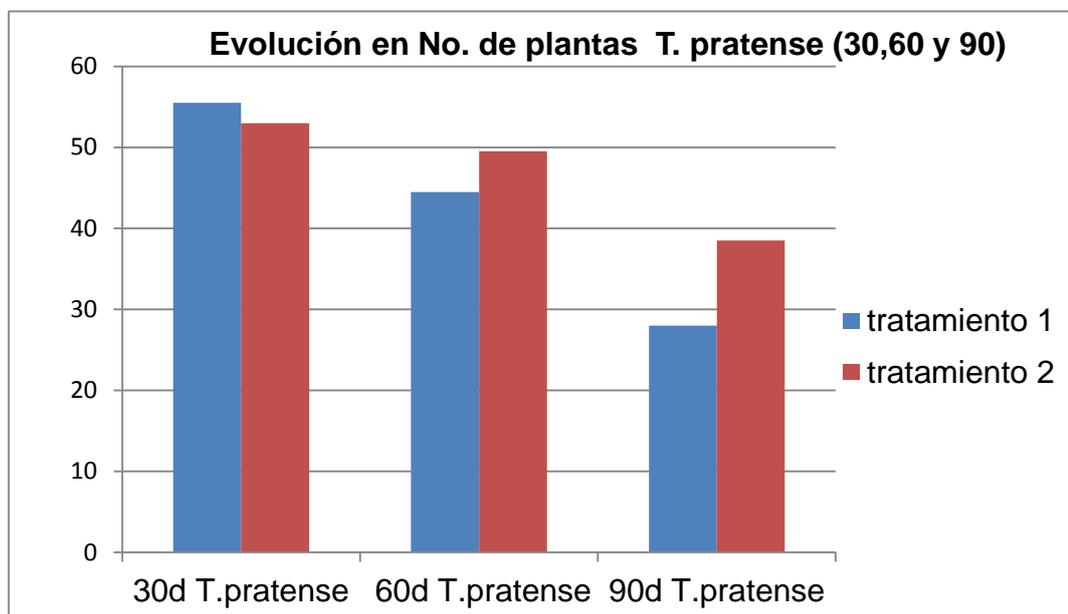


Figura No. 29: evolución en el número de plantas para dos niveles de fertilización en *T. pratense*.

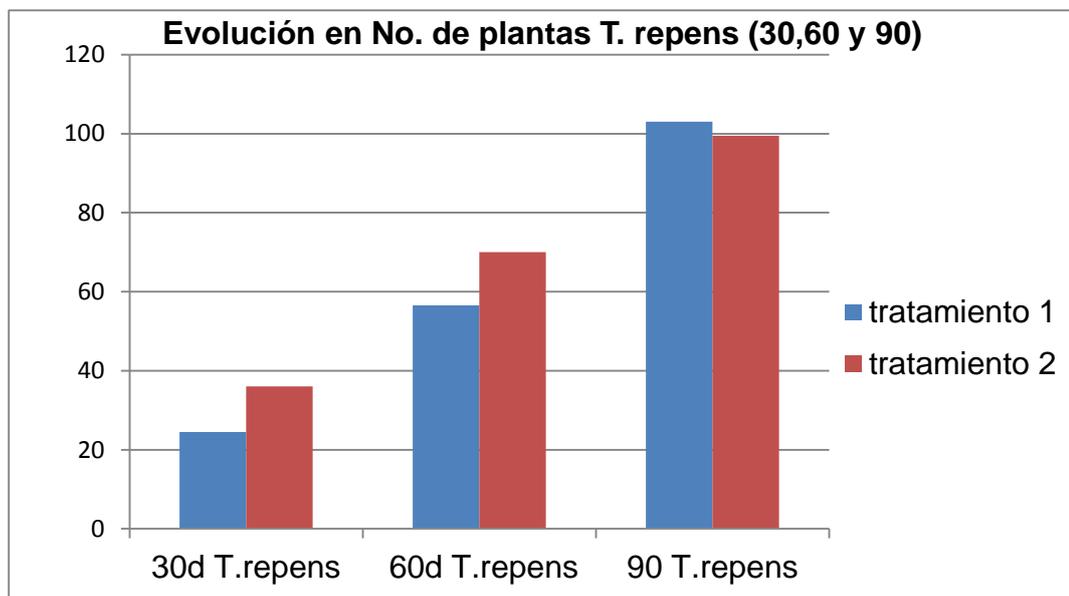


Figura No. 30: evolución en el número de plantas para dos niveles de fertilización en *T. repens*.

Como podemos apreciar en los gráficos los comportamientos en número de plantas de ambas especies son totalmente contrarios. Mientras que en el *T. pratense* el número de plantas va disminuyendo con el correr de los días post-siembra, pasando de 53-55 plantas/m² a los 30 días hasta llegar a 28-38 plantas/m² a los 90 días post-siembra, el *T. repens* va en aumento en número de plantas a medida que avanzan los días post-siembra, pasando de 24-36 plantas/m² a los 30 días post-siembra a 99-103 plantas/m² a los 90 días de sembrado.

Una posible explicación de este comportamiento, sería el efecto del pastoreo realizado a los 90 días, provocando una disminución de la población de *T. pratense*, ocasionado por su hábito de crecimiento erecto a diferencia de *T. repens* que es postrado, por lo tanto escapa más a las condiciones de pastoreo.

Otro motivo de este comportamiento podría ser la competencia generada entre ambas especies de leguminosas, el *T. repens* por presentar un mayor número de plantas ya desde los 60 días post-siembra por motivos antes nombrados (plantas espontáneas ya presentes en la chacra), podría haber ocasionado competencia hacia las plantas de *T. pratense*, provocando la muerte de dichas plantas y por lo tanto un menor número de las mismas en la siguiente determinación.

4.6.2. Disponibilidad total vs. Porcentaje de implantación para *T. pratense* y *T. repens*

Para dichos gráficos se tomaron los valores de disponibilidad a los 30 días post-siembra el cual fue de 914 y 838 kg/haMS para los tratamientos 1 y 2 respectivamente, para los 60 días post-siembra con valores de 1810, 1427 kg/haMS para ambos tratamientos respectivamente y por último para los 90 días post-siembra, dato que fue aportado por el trabajo de Guggeri et al. (2012), con valores de 2090, 3053 kg/ha MS para los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

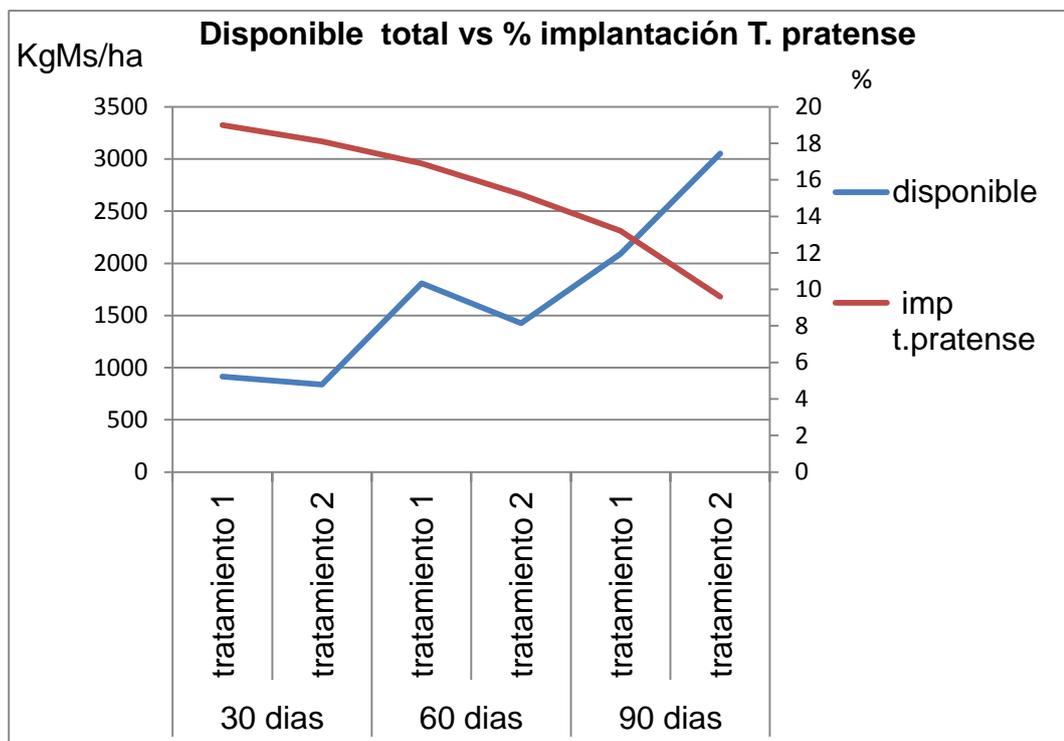


Figura No. 31: Disponibilidad total para los dos niveles de fertilización fosfatada vs. Porcentaje de implantación de *T. pratense*.

Como se ve en el gráfico a medida que aumenta la disponibilidad en kg/haMS, disminuye el porcentaje de implantación del *T. pratense*, esto puede ser provocado por la competencia realizada por las especies presentes en el tapiz, así como la competencia provocada por *T. repens* por los mismos recursos en las etapas de establecimiento.

Otro factor que quizás tuvo efecto en la disminución de plantas pudo estar ocasionado por la siembra tardía realizada en junio, según Carámbula (2002a) el *T. pratense* debe sembrarse temprano en el otoño, dado que sus plántulas son sensibles al frío. Si se siembra en fecha, compite fuertemente con otros pastos y leguminosas, particularmente bajo condiciones favorables de humedad y temperatura y producen altos volúmenes de forraje en su primer año.

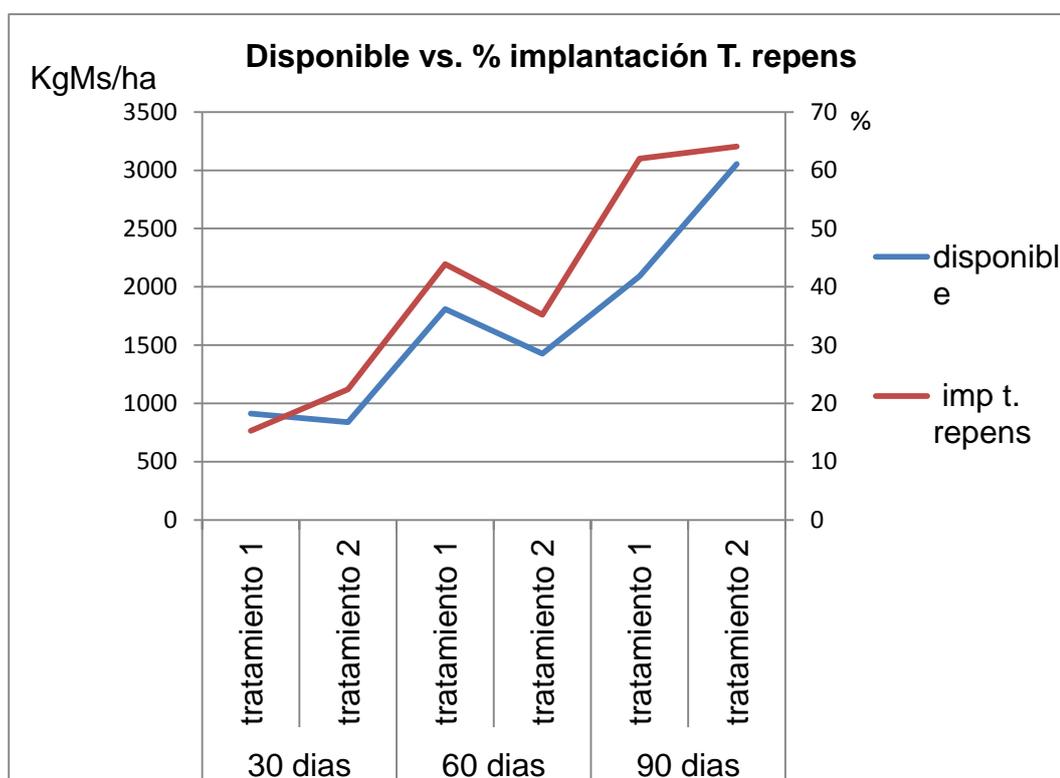


Figura No. 32: Disponibilidad total para los dos niveles de fertilización fosfatada vs. Porcentaje de implantación *T. repens*.

Para el caso del *T. repens* se dio lo contrario a lo obtenido con el *T. pratense*. Como se ve en el gráfico el porcentaje de implantación acompaña de forma muy similar la disponibilidad de forraje para cada determinación.

Este comportamiento es el resultado de un gran número de plantas de la especie presentes en el tapiz, el cual determina que el *T. repens* compita perfectamente con otras especies sin que exista la disminución de

plantas, además de cómo mencionamos antes “escapar” mejor a defoliaciones realizadas por el ganado a los 90 días post-siembra.

Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez que cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo. Por otro lado esta especie posee la capacidad de persistir tanto vegetativamente como por semillas duras, dualidad especialmente valiosa para ocupar nichos vacíos en las pasturas. La gran adaptación del *T. repens* al manejo intensivo y los altos rendimientos de materia seca que produce se debe a que posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior. Así, mientras en suelos fértiles y húmedos la persistencia de esta especie en la pastura depende básicamente de un buen manejo de pastoreo controlado, que apoye la formación y enraizamiento de los estolones hijos, en los suelos menos fértiles y con riesgos de sequías en verano, su presencia depende radicalmente de la autoresiembrada natural (Carámbula, 2002a).

No obstante, es muy común el uso de *T. repens* en mejoramientos de campo natural, tanto en nuestro país como en otras regiones, lográndose en muchísimos casos resultados plenamente satisfactorios (Methol y Solari, 1994).

4.7. CONSIDERACIONES FINALES

En cuanto al porcentaje de implantación si bien los niveles de fósforo evaluados no brindaron diferencias significativas, pudimos, gracias a las determinaciones a los 30, 60 y 90 días post-siembra sacar conclusiones en cuanto al tiempo en el que cada especie debe tener para poder establecerse. De aquí se desprende que para el *Trifolium pratense* serán suficientes 60 días post - siembra. Mientras que para determinar el porcentaje de implantación de *Trifolium repens* serán necesarias las determinaciones hasta los 90 días post-siembra, ya que hay una gran diferencia entre la implantación a los 60 días con respecto a los 90. Independientemente de los niveles de fósforo el *Trifolium repens* tuvo una mayor implantación a los 90 días (62-64 % vs. 10-13 %).

Donde sí se encontraron diferencias significativas fue en la cantidad de plantas encontradas en estadios tres hojas para *Trifolium pratense* a los 30 días post - siembra, encontrando para el tratamiento 2 un número de plantas significativamente mayor al tratamiento 1, pero esto no estaría relacionado al nivel de fósforo ya que el tratamiento 2 es el de menor nivel. Lo mismo sucedió para los estadios de desarrollo promedio para el número de plantas totales (*T. pratense* + *T. repens*) a los 60 días post-siembra, encontrándose diferencias significativas en tres y dos hojas.

En cuanto a la relación raíz parte aérea, no existieron diferencias estadísticas, pero si se pudo notar que para el *Trifolium pratense* se ve una mayor diferencia en el peso de la raíz y de la parte aérea del tratamiento 1 (60 kg P₂O₅) comparado con el tratamiento 2 (30 kg P₂O₅), que no es así para el *Trifolium repens*.

Por lo tanto podemos decir que los niveles de fósforo utilizados no originaron diferencias en ningún aspecto analizado, quizás por un nivel de fósforo del suelo bajo, ya que el análisis Bray 1 arrojó un valor de 5,2 ppm, y que no fue acompañado con niveles de fertilización a la siembra adecuados para especies tan exigentes en fósforo como *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*.

5. CONCLUSIONES

No existió respuesta al agregado de una mayor dosis de fósforo en el porcentaje de implantación tanto para *Trifolium pratense* como para *Trifolium repens*.

El aumento en el agregado de fósforo tampoco tuvo efecto en los estadios de desarrollo para ambas especies.

En cuanto a la relación raíz parte aérea, tampoco se encontraron diferencias significativas al aumento de la dosis de fósforo.

6. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es evaluar la implantación, los estadios de desarrollo y la relación raíz parte aérea de un mejoramiento de campo natural de primer año con *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, en función de dos niveles de fertilización fosfatada. El experimento fue realizado en el potrero número 32a de la Estación Experimental Dr. Mario Alberto Cassinoni de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú (Latitud S 32°22'27" Longitud W 58°03'28"). La siembra fue realizada en cobertura el 1 de junio de 2011, conjuntamente con la aplicación de fertilizante fosfatado (7-40-0). El diseño experimental fue de bloques al azar, con dos bloques, compuestos cada uno por 2 parcelas de 1 hectárea cada una, que se corresponden con los niveles de fertilización (60 y 30 kg P₂O₅/ha). Las precipitaciones ocurridas desde la siembra fueron superiores al promedio histórico en los meses de junio, julio, agosto, octubre y noviembre, mientras que para el mes de setiembre se ubicó por debajo del mismo. Las temperaturas ocurridas acompañaron al promedio histórico de la zona. Se realizaron tres momentos de observaciones, a los 30, 60 y 90 días post-siembra, donde se pudo constatar que la implantación de *Trifolium pratense* no tuvo éxito (10-15 %), mientras que la de *Trifolium repens* si fue exitosa, con un porcentaje de implantación alto (62-64 %). Tanto el porcentaje de implantación como los estadios de desarrollo y la relación raíz parte aérea no arrojaron diferencias significativas entre tratamientos, por lo tanto podemos decir que los diferentes niveles de fósforo aplicados a la siembra no tuvieron efecto sobre las variables analizadas.

Palabras clave: Fertilización fosfatada; Mejoramiento en cobertura; Porcentaje de implantación; Estadios de desarrollo; Relación raíz parte aérea; *Trifolium pratense*; *Trifolium repens*.

7. SUMMARY

The objective of this work is to evaluate the implantation, the different states of development and the relationship root canopy in the first year of a natural field improvement with *Trifolium pratense* and *Trifolium repens*, with two levels of phosphorus fertilization, the experiment was carried out at number 32a paddock at "Estación Experimental Dr. Mario Alberto Cassinoni" (Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay), latitude s 32°22'27", longitude w 58°03'28". The overseeding was done on 1st June 2011, together with phosphate fertilizer (7-40-0). The design of the experiment was done with blocks at random, each block made up with two plots of fertilization (60 and 30 kg P₂O₅/ha). Rainfall after seeding was above average in June, July, August, October and November while it was below average in September. The temperatures were similar to the historical average for this region. The observation of this experiment was made at three different times, 30, 60 and 90 days after the seeding when we could confirm that the implantation of *Trifolium pratense* was not successful (10-15 %) whereas the one with *Trifolium repens* was really a success, a high percentage of implantation (62-64 %). The implantation, the different states of development and the relationship root canopy did not show significant difference between the two treatments. That is why we can confirm that the different levels of phosphorus used in the sowing did not have an effect over the variables analysed.

Keywords: Phosphorus fertilization; Overseeding; Implantation; States of development ; Relationship root canopy; *Trifolium pratense*; *Trifolium repens*.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes. t.1, 96 p.
2. Amadeo, C. A. s.f. Métodos de mejoramiento de campo natural y praderas cultivadas siembra en cobertura. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado nov. 2011. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com/articulos/amadeo/Metodos%20de%20Mejoramiento%20de%20Campo%20Natural.asp>
3. Argelaguet, R.; Irazoqui, A. 1985. Fertilización fosfatada en la implantación y producción de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 149 p.
4. Arias, R.; Paperan, J. 2001. Evolución de la implantación en siembras en cobertura de cultivares de Trébol Blanco y Lotus Spp. En un suelo profundo de basalto bajo pastoreo controlado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
5. Asher, C. J.; Lonergan, J. F. 1967. Response of plants to phosphate concentration in solution cultura. I. Growth and phosphorous content. Soil Science. 103(4): 225-233.
6. Ayala, W.; Bermúdez, R.; Carámbula, M. 1996. Manejo y utilización de mejoramientos extensivos. In: Jornada Anual de Producción Animal (1996, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. cap. 9, pp. 69-88 (Actividades de Difusión no. 110).
7. Barbazán, M. 1998. Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Cátedra de Fertilidad. pp. 1 - 27. Consultado nov. 2011. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/AnPlantas.pdf>
8. Beckwith, R. S. 1965. Sorbed phosphate at standard supernatant concentration as an estimate of the phosphate needs of soil. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 5:52-58.
9. Bemhaja, M.; Berretta, E. 1997. Respuesta a la siembra de leguminosas en basalto profundo. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte,

- E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 103-114 (Serie Técnica no. 13).
10. Bologna, J.; Hill, W. 1993. Implantación de especies, variedades y poblaciones de forrajeras sembradas en cobertura sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 412 p.
 11. Byers, R.; Templeton, W. 1988. Effect of sowing dates, placement of seed, vegetation suppression, slugs, and insects upon establishment of now till alfalfa in orchardgrass sod. *Grass and Forage Science*. 43: 279 - 289.
 12. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
 13. _____.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Bermúdez, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, INIA. 25 p. (Boletín de Divulgación no. 46).
 14. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
 15. _____. 2002a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
 16. _____. 2002b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
 17. Casanova, O. 2008. Fertilización fosfatada; aspectos básicos. In: Seminario de Actualización Técnica; Fertilización Fosfatada de Pasturas en la Región Este (2008, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1 -7 (Serie Técnica no. 172).
 18. Chang, S. C.; Jackson, M. L. 1957. Fractionation of soil phosphorous. *Soil Science*. 84(2): 133-144.
 19. Chilibroste, J. I.; Mallarino, J. L.; Pisón, P. 1982. Evaluación de los requerimientos de fósforo en la instalación de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
 20. Clemente, R.; Gutiérrez, J. P. 2000. Dinámica poblacional y persistencia de leguminosas sembradas en cobertura sobre suelos de basalto

profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 72 p.

21. Coaldrake, J. E.; Russell, M. J. 1969. Establishment and persistence of some legumes and grasses after ash seeding on newly burnt Brigalow land. *Tropical Grasslands*. 3:49-55.
22. Cullen, N. A. 1966. Inverrary trails show importance of competition between pasture species. *New Zealand Journal of Agriculture*. 112: 31 - 33.
23. Curll, M. Gleeson, A. 1987. The introduction of red clover or White clover into a perennial grass sward. *Grass and Forage Science*. 42: 397 - 403.
24. Dalal, R. C. 1977. Soil organic phosphorus. *Advances in Agronomy*. 29: 83 - 117.
25. Debellis, R.; Goñi, C.; Mello, J. L.; Santana, P. 1995. Respuesta a mejoramientos en cobertura sobre campos regenerados, bajo cinco frecuencias de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 200 p.
26. Díaz, R.; Jaurena, M.; Ayala, W. 2008. Impacto de la intensificación productiva sobre el campo natural en Uruguay. *Revista INIA*. no. 14: 16 - 21.
27. Félix, D.; Roggero, C.; Thevenet, B. 1998. Efecto de diferentes grados de remoción del tapiz en la productividad de una siembra en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 94 p.
28. Ferenczi, M. E.; Jaurena, M. A.; Labandera, C. M. 1997. Establecimiento y producción inicial de mejoramientos de campo realizados en cobertura y siembra directa con diferentes tipos y dosis de herbicidas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
29. García, F. 2009. Guía de siembra directa. (en línea). Montevideo, AUSID. 44 p. Consultado nov. 2011. Disponible en <http://www.ausid.com.uy/Guia-de-siembra%20directa-Web.pdf>
30. Gardener, A. L. 1957. Peatland improved by oversowing. *Agriculture Land*. 64:239.
31. González, R.; Jaureche, G.; Siazaro, C. 1997. Evaluación de recursos genéticos forrajeros para siembras en cobertura en suelos de

- cretácico. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p.
32. Gourley, C.; Allan, D.; Russelle, M. 1993. Differences in response to available phosphorus among white clover cultivars. *Agronomy Journal*. 85: 296 - 301.
33. Guggeri, J.; Laluz, F.; O'Neill, M.; Uriarte, J. 2012. Efecto de la fertilización fosfatada en la productividad de primer año de un mejoramiento en cobertura de *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 78 p.
34. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15 (76): 663-700.
35. Hernández, J.; Otegui, O.; Zamalvide, J. P. 1995. Formas y contenidos de fósforo en algunos suelos del Uruguay. Facultad de Agronomía (Montevideo). *Boletín de Investigación* no. 43. 32 p.
36. _____. 1999. Fósforo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 89 p.
37. Izaguirre, P. 1995. Especies indígenas y subespontaneas del género *Trifolium* (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 58).
38. Kilmer, V. J.; Bennett, O. L.; Stahly, V. F.; Timmons, D. R. 1960. Yield and mineral composition of eight forage species grown at four levels of soil moisture. *Agronomy Journal*. 52: 282 - 285.
39. Larsen, S. 1977. Evaluation of native and residual phosphorus in soils a source of phosphorus for plants. In: Blair, G. J. ed. *Prospects for improving efficiency of phosphorus utilization*. Armidale, University of New England. pp. 31-33.
40. Mallarino, A.; Casanova, O.; Zamalvide, J.; Rabuffetti, A. 1981. El encalado de suelos en el Uruguay. In: Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica (51°. 1981, Montevideo). El encalado de suelos en el Uruguay. Montevideo, Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. pp. 139 – 140.
41. Marchesi, C. E.; Elhordoy, J. A. 1993. Limitantes nutricionales para la producción de pasturas mejoradas, efecto de la dosis, fuente de fósforo y encalado en suelos de las Unidades Arroyo Blanco y Zapallar. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 260 p.

42. Markus, D. K; Battle, W. R. 1965. Soil and plant responses to longterm fertilization of alfalfa (*Medicago sativa*). *Agronomy Journal*. 57: 613 - 616.
43. Marschner, H. 1995. Function of mineral nutrients; macronutrients. *In*: Mineral nutrition of higher plants. 2nd. ed. Berlin, Institute of Plant Nutrition. pp. 229 - 312.
44. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). 1996. Normales climatológicas, período 1961-1990. Montevideo, Uruguay. 20 p.
45. Medero, B.; Fillat, A.; Navarro, G. 1958. Ensayos comparativos de distintos metodos de implantacion de leguminosas en pasturas naturales. *Experiencias sobre pasturas*. Montevideo, Uruguay, Peri. s.p.
46. Methol, R.; Solari, J. 1994. Dinámica de la implantación de leguminosas sembradas en cobertura bajo diferentes manejos de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 113 p.
47. MGAP. DICOSE (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Contralor de Semovientes, UY). 2010. Declaración jurada 2010. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado nov. 2011. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/DGSG/DICOSE/DatosDJ_2010.htm
48. Millot, J. C.; Methol, R., Risso, D. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
49. Minutti, A.; Rucks, M. A.; Silveira, G. E. 1996. Dinámica de la implantación de leguminosas en cobertura sobre pasturas naturales de Basalto Profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 149 p.
50. Mite, F.; Carrillo, M.; Espinosa, J. 1999. Funciones del fosforó en las plantas. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado nov. 2011. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/FC640A8C18AF6BB8852579A3007A28CD/\\$FILE/Inf-Agro36.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/FC640A8C18AF6BB8852579A3007A28CD/$FILE/Inf-Agro36.pdf)
51. Montes, M.; Ochoa, A. 1986. Fertilización fosfatada en la implantación y producción de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.

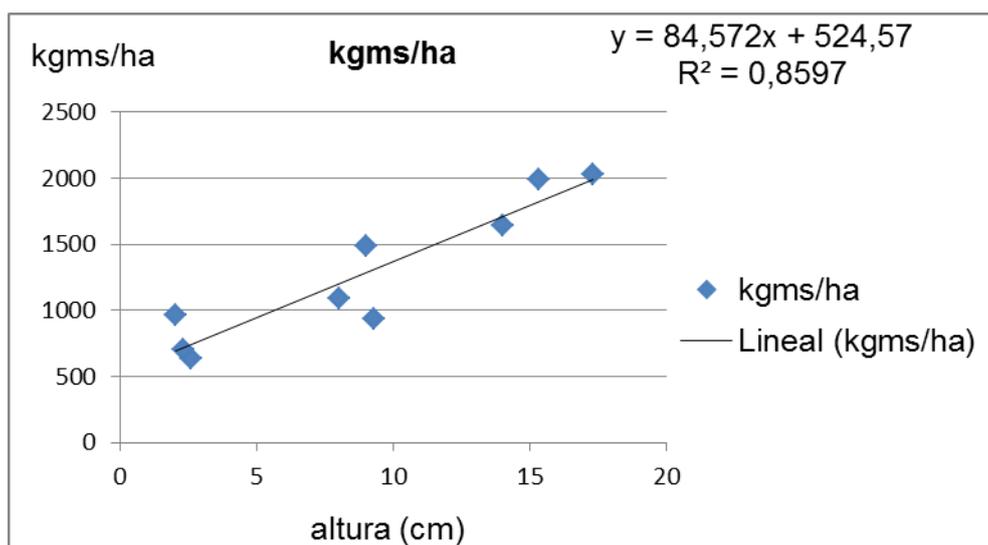
52. Morón, A. 1992. El fósforo en el sistema suelo – planta. (en línea).
Revista INIA. no. 1: 45 - 60. Consultado nov. 2011. Disponible en
<http://www.inia.org.uy/sitios/lesis/fertilizacion/IA%20Tomo%20I%20Art.%204.pdf>
53. Pigurina, G. s.f. Los sistemas de producción de carne en el Uruguay. (en línea). Montevideo, INIA. pp. 1 - 7. Consultado nov. 2011.
Disponible en
<http://www.delcampoalplato.org/documentos/2000Trabajo00.pdf>
54. Puig, A.; Ferrando, A. 1983. Requerimientos de fósforo en trébol blanco, lotus y trébol carretilla implantados puros y en mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 192 p.
55. Risso, D. F.; Scavino, J. 1978. Región Centro-Sur. Miscelánea CIAAB. no. 18: 25-36.
56. _____.; Morón, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre cristalino (1984-1990). In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 205 - 218.
57. _____. 1991. Siembras en el tapiz: consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre Cristalino. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 71-82 (Serie Técnica no. 13).
58. _____.; Berretta, E. J. 1996. Mejoramientos de campos en suelos sobre Cristalino. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 193-211 (Serie Técnica no. 80).
59. _____.; Berretta, E. J.; Zarza, A. 1997. Caracterización de mejoramientos de campo utilizados con novillos en recría/engorde. In: Jornada “La Carolina” (1997, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 1 - 19 (Actividades de Difusión no. 153).
60. _____. 1998. Mejoramientos extensivos en el Uruguay. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramientos y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (14ª, 1998, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 23 - 29 (Serie Técnica no. 94).

61. _____. 2005. Mejoramientos de campo, asegurando una instalación exitosa. Revista INIA. no. 2: 2 - 5.
62. Sanzano, A. s.f. El fósforo del suelo. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado nov. 2011. Disponible en <http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/Fosforo%20del%20Suelo.pdf>
63. Silveira, E. 2005. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la implantación, producción inicial y composición química de Lotus glaber Mill. Y Trifolium repens L. sembradas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 182 p
64. Smeck, N. E. 1985. Phosphorus dynamics in soils and landscapes. Geoderma. 36: 185 - 199.
65. Smetham, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 209 – 270.
66. Steppler, H. A.; Knutti, H. J.; Hargreaves, G. 1965. The establishment of the sward of seeded pastures. In: International Grassland Congress (9th., 1965, s.l.). Proceedings. Sao Paulo, s.e. pp. 273-278.
67. Whitehead, D. C. 2000. Nutrient elements in grassland. Wallingford, CABI. 369 p.
68. Williams, W. M. 1987. White clover taxonomy and biosystematics. In: Baker, M. J.; Williams, W. M. eds. White clover. Wallingford, CABI. pp. 323 - 342.
69. Zamalvide, J. P. 1998. Fósforo. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J. eds. Manejo de la fertilidad de suelos en sistemas extensivos. Cerro Largo, Facultad de Agronomía. Estación Experimental De Bañado Medina. pp. 9 -12.

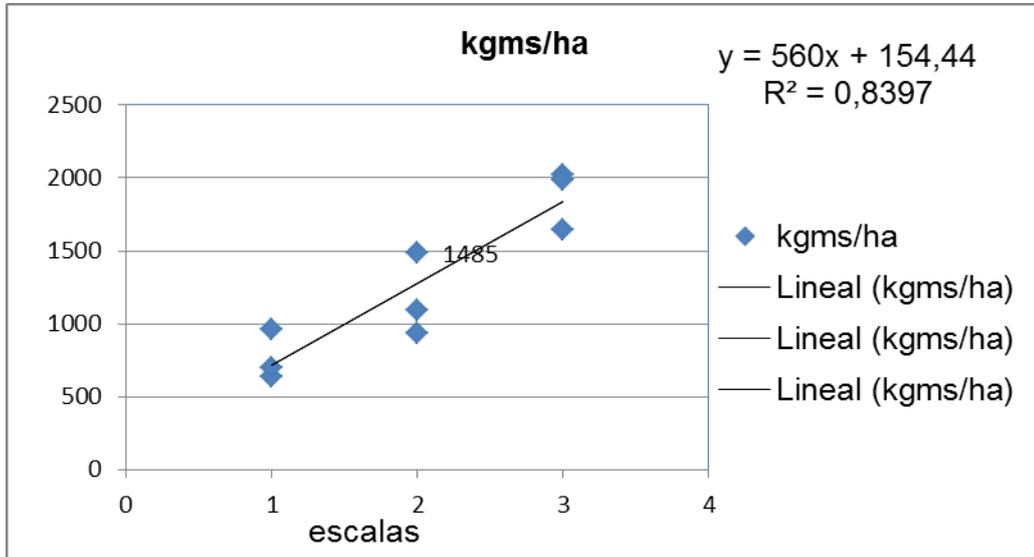
9. ANEXOS

9.1. REGRESIÓN LINEAL

Altura	
Parcelas	Función $y = 84,572x + 524,57$
1	894,5725
2	906,2282564
3	769,8288
4	932,6299



Escala	
Parcelas	Función $y = 560x + 154,44$
1	826,44
2	812,44
3	672,44
4	812,44



9.2. ESTADÍSTICAS CLIMÁTICAS ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PAYSANDÚ

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TMED (61-90)	25	24	22	18	15	12	12	13	15	18	20	23	18
TX (61-91)	42	41	38	33	33	29	31	33	32	36	38	42	42
TN (61-92)	8	7,8	5	1,2	-4,5	-4	-4	-3	-3,4	1,8	2,2	7	-4,5
TXM (61-90)	32	30	28	24	20	17	17	19	21	24	26	30	24
TNM (61-90)	18	18	16	13	10	7	7	8	9	12	14	17	12
RR (61-90)	100	131	147	103	77	70	71	73	91	122	118	115	1218

TMED: Temperatura media, mensual o anual (°C).

TX: Temperatura máxima absoluta del período, mensual o anual (°C).

TN: Temperatura mínima absoluta del período, mensual o anual (°C)

TXM: Temperatura máxima Media, mensual o anual (°C).

TNM: Temperatura mínima Media, mensual o anual (°C).

RR: Precipitación acumulado por mes, media mensual o anual (mm).

9.3. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

9.3.1. Disponibilidad a la siembra

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
disponible cm	4	0,52	0,00	24,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,14	2	0,57	0,54	0,6947
tratamientos	0,80	1	0,80	0,76	0,5446
bloques	0,34	1	0,34	0,32	0,6735
Error	1,06	1	1,06		
Total	2,20	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=13,08739

Error: 1,0609 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 3,71 2 0,73 A

1,00 4,60 2 0,73 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
disponible kg ms/ha	4	0,52	0,00	9,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8128,51	2	4064,26	0,53	0,6953
tratamientos	5710,82	1	5710,82	0,75	0,5455
bloques	2417,69	1	2417,69	0,32	0,6732
Error	7609,07	1	7609,07		
Total	15737,59	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1108,36219

Error: 7609,0729 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 838,03 2 61,68 A

1,00 913,60 2 61,68 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

9.3.2. Composición botánica a la siembra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% gramineas	4	0,09	0,00	20,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	17,35	2	8,68	0,05	0,9521
tratamientos	1,97	1	1,97	0,01	0,9314
bloques	15,39	1	15,39	0,09	0,8131
Error	168,29	1	168,29		
Total	185,64	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=164,83123

Error: 168,2858 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 61,78 2 9,17 A

1,00 63,18 2 9,17 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% leguminosas	4	0,87	0,62	82,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,05	2	0,03	3,45	0,3558
tratamientos	0,05	1	0,05	5,90	0,2487
bloques	0,01	1	0,01	1,00	0,5000
Error	0,01	1	0,01		
Total	0,06	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,11179

Error: 0,0077 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 0,00 2 0,06 A

1,00 0,21 2 0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% malezas	4	0,16	0,00	33,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	17,57	2	8,79	0,09	0,9174

tratamientos	5,23	1	5,23	0,06	0,8520
bloques	12,34	1	12,34	0,13	0,7780
Error	93,36	1	93,36		
Total	110,93	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=122,77370

Error: 93,3639 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 28,05 2 6,83 A

1,00 30,34 2 6,83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% restos secos	4	0,62	0,00	35,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	14,46	2	7,23	0,82	0,6146
tratamientos	14,35	1	14,35	1,63	0,4226
bloques	0,11	1	0,11	0,01	0,9278
Error	8,78	1	8,78		
Total	23,24	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=37,64213

Error: 8,7764 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 6,40 2 2,09 A

2,00 10,19 2 2,09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

9.3.3. Determinaciones a los 30 días post-siembra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas totales	4	0,90	0,71	16,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1845,00	2	922,50	4,71	0,3099
tratamientos	81,00	1	81,00	0,41	0,6363
bloques	1764,00	1	1764,00	9,00	0,2048
Error	196,00	1	196,00		
Total	2041,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=177,88686

Error: 196,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 80,00 2 9,90 A

2,00 89,00 2 9,90 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas rojo	4	0,96	0,87	15,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1646,50	2	823,25	11,39	0,2050
tratamientos	6,25	1	6,25	0,09	0,8179
bloques	1640,25	1	1640,25	22,70	0,1317
Error	72,25	1	72,25		
Total	1718,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=108,00273

Error: 72,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 53,00 2 6,01 A

1,00 55,50 2 6,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas blanco	4	0,82	0,45	18,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	134,50	2	67,25	2,22	0,4285

tratamientos	132,25	1	132,25	4,37	0,2840
bloques	2,25	1	2,25	0,07	0,8305
Error	30,25	1	30,25		
Total	164,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=69,88412

Error: 30,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 24,50 2 3,89 A

2,00 36,00 2 3,89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas tot mas de 3..	4	0,67	0,00	200,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,50	2	0,25	1,00	0,5774
tratamientos	0,25	1	0,25	1,00	0,5000
bloques	0,25	1	0,25	1,00	0,5000
Error	0,25	1	0,25		
Total	0,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,35310

Error: 0,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 0,00 2 0,35 A

1,00 0,50 2 0,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas tot 3 hojas	4	0,95	0,84	34,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	224,50	2	112,25	9,16	0,2275
tratamientos	182,25	1	182,25	14,88	0,1615
bloques	42,25	1	42,25	3,45	0,3145
Error	12,25	1	12,25		
Total	236,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=44,47171

Error: 12,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 3,50 2 2,47 A

2,00 17,00 2 2,47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV
No. de plantas tot 2 hojas 4 0,54 0,00 46,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	234,00	2	117,00	0,60	0,6751
tratamientos	9,00	1	9,00	0,05	0,8656
bloques	225,00	1	225,00	1,15	0,4781
Error	196,00	1	196,00		
Total	430,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=177,88686

Error: 196,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 28,50 2 9,90 A

1,00 31,50 2 9,90 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV
No. plantas tot 1 hoja 4 0,89 0,66 45,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	941,00	2	470,50	3,89	0,3375
tratamientos	100,00	1	100,00	0,83	0,5303
bloques	841,00	1	841,00	6,95	0,2308
Error	121,00	1	121,00		
Total	1062,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=139,76825

Error: 121,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 19,00 2 7,78 A

1,00 29,00 2 7,78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV
No. plantas cotiledon 4 0,35 0,00 70,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	106,00	2	53,00	0,27	0,8056
tratamientos	81,00	1	81,00	0,41	0,6363
bloques	25,00	1	25,00	0,13	0,7816
Error	196,00	1	196,00		
Total	302,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=177,88686

Error: 196,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 15,50 2 9,90 A

2,00 24,50 2 9,90 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
promedio total	4	0,36	0,00	15,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,08	2	0,04	0,28	0,7983
tratamientos	0,04	1	0,04	0,27	0,6947
bloques	0,04	1	0,04	0,30	0,6815
Error	0,14	1	0,14		
Total	0,22	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,76483

Error: 0,1406 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 2,28 2 0,27 A

2,00 2,47 2 0,27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% imp. Total	4	0,90	0,71	16,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	90,08	2	45,04	4,72	0,3096
tratamientos	3,96	1	3,96	0,41	0,6358
bloques	86,12	1	86,12	9,02	0,2046
Error	9,55	1	9,55		
Total	99,63	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=39,26217

Error: 9,5481 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 17,67 2 2,18 A

2,00 19,66 2 2,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

No. de plantas mas de 3 hoj.. 4 0,67 0,00 200,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,50	2	0,25	1,00	0,5774
tratamientos	0,25	1	0,25	1,00	0,5000
bloques	0,25	1	0,25	1,00	0,5000
Error	0,25	1	0,25		
<u>Total</u>	<u>0,75</u>	<u>3</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,35310

Error: 0,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 0,00 2 0,35 A

1,00 0,50 2 0,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>No. de plantas 3 hojas roj..</u>	<u>4</u>	<u>1,00</u>	<u>0,99</u>	<u>5,71</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	96,50	2	48,25	193,00	0,0508
tratamientos	90,25	1	90,25	361,00	0,0335
bloques	6,25	1	6,25	25,00	0,1257
Error	0,25	1	0,25		
<u>Total</u>	<u>96,75</u>	<u>3</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,35310

Error: 0,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 4,00 2 0,35 A

2,00 13,50 2 0,35 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>No. de plantas 2 hojas rojo..</u>	<u>4</u>	<u>0,79</u>	<u>0,38</u>	<u>32,73</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	314,00	2	157,00	1,94	0,4528
tratamientos	25,00	1	25,00	0,31	0,6772
bloques	289,00	1	289,00	3,57	0,3100
Error	81,00	1	81,00		
Total	395,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=114,35584

Error: 81,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 25,00 2 6,36 A

1,00 30,00 2 6,36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

No. de plantas 1 hoja 4 0,99 0,96 19,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	674,00	2	337,00	37,44	0,1148
tratamientos	49,00	1	49,00	5,44	0,2578
bloques	625,00	1	625,00	69,44	0,0760
Error	9,00	1	9,00		
Total	683,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=38,11861

Error: 9,0000 gl: 1

tratamientos Medias n

2,00 12,00 2 A

1,00 19,00 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

No. cotiledones rojo 4 0,31 0,00 120,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4,00	2	2,00	0,22	0,8321
tratamientos	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
bloques	4,00	1	4,00	0,44	0,6257
Error	9,00	1	9,00		
Total	13,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=38,11861

Error: 9,0000 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 2,50 2 A

2,00 2,50 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

promedio rojo 4 0,91 0,73 6,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,35	2	0,18	5,12	0,2982
tratamientos	0,11	1	0,11	3,09	0,3294
bloques	0,25	1	0,25	7,16	0,2277
Error	0,03	1	0,03		
Total	0,38	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,35065

Error: 0,0342 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 2,72 2 A

2,00 3,04 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

% imp. Rojo 4 0,96 0,87 15,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	192,69	2	96,35	11,42	0,2048
tratamientos	0,73	1	0,73	0,09	0,8178
bloques	191,96	1	191,96	22,75	0,1316
Error	8,44	1	8,44		
Total	201,13	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=36,91152

Error: 8,4390 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 18,14 2 2,05 A

1,00 18,99 2 2,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

No. de plantas 3 hoj 4 0,67 0,00 200,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	24,50	2	12,25	1,00	0,5774
tratamientos	12,25	1	12,25	1,00	0,5000
bloques	12,25	1	12,25	1,00	0,5000
Error	12,25	1	12,25		
Total	36,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=44,47171

Error: 12,2500 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 0,00 2 A

2,00 3,50 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas 2 hoja	4	0,24	0,00	200,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	8,00	2	4,00	0,16	0,8704
tratamientos	4,00	1	4,00	0,16	0,7578
bloques	4,00	1	4,00	0,16	0,7578
Error	25,00	1	25,00		
Total	33,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=63,53102

Error: 25,0000 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 1,50 2 A

2,00 3,50 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas 1 hoja	4	0,28	0,00	94,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	25,00	2	12,50	0,20	0,8480
tratamientos	9,00	1	9,00	0,14	0,7716
bloques	16,00	1	16,00	0,25	0,7048
Error	64,00	1	64,00		
Total	89,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=101,64963

Error: 64,0000 gl: 1

tratamientos Medias n

2,00 7,00 2 A

1,00 10,00 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

No. de plantas cotile 4 0,43 0,00 62,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	90,00	2	45,00	0,37	0,7573
tratamientos	81,00	1	81,00	0,67	0,5635
bloques	9,00	1	9,00	0,07	0,8305
Error	121,00	1	121,00		
Total	211,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=139,76825

Error: 121,0000 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 13,00 2 A

2,00 22,00 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

promedio blanco 4 0,10 0,00 51,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,07	2	0,03	0,05	0,9505
tratamientos	0,03	1	0,03	0,04	0,8713
bloques	0,04	1	0,04	0,06	0,8413
Error	0,65	1	0,65		
Total	0,72	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=10,22849

Error: 0,6480 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 1,49 2 A

2,00 1,66 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

% imp. Blanco 4 0,82 0,45 18,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	52,21	2	26,11	2,23	0,4283
tratamientos	51,34	1	51,34	4,38	0,2839
bloques	0,87	1	0,87	0,07	0,8303
Error	11,73	1	11,73		
Total	63,94	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=43,51875

Error: 11,7306 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 15,26 2 2,42 A

2,00 22,43 2 2,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

9.3.4. Determinaciones a los 60 días post-siembra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas totales	4	0,58	0,00	32,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1805,00	2	902,50	0,70	0,6465
tratamientos	361,00	1	361,00	0,28	0,6908
bloques	1444,00	1	1444,00	1,11	0,4828
Error	1296,00	1	1296,00		
Total	3101,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=457,42335

Error: 1296,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 101,00 2 25,46 A

2,00 120,00 2 25,46 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas rojo	4	0,99	0,97	4,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	466,00	2	233,00	58,25	0,0923
tratamientos	25,00	1	25,00	6,25	0,2422
bloques	441,00	1	441,00	110,25	0,0604
Error	4,00	1	4,00		
Total	470,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=25,41241

Error: 4,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 44,50 2 1,41 A

2,00 49,50 2 1,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas blanco	4	0,25	0,00	59,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	485,00	2	242,50	0,17	0,8652
tratamientos	196,00	1	196,00	0,14	0,7753
bloques	289,00	1	289,00	0,20	0,7322
Error	1444,00	1	1444,00		
Total	1929,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=482,83576

Error: 1444,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 56,50 2 26,87 A

2,00 70,50 2 26,87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas tot mas de 3..	4	0,46	0,00	63,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1033,00	2	516,50	0,42	0,7366
tratamientos	1024,00	1	1024,00	0,84	0,5285
bloques	9,00	1	9,00	0,01	0,9456
Error	1225,00	1	1225,00		
Total	2258,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=444,71714

Error: 1225,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 39,00 2 24,75 A

1,00 71,00 2 24,75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas tot 3 hojas	4	1,00	1,00	1,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	840,50	2	420,25	1681,00	0,0172
tratamientos	420,25	1	420,25	1681,00	0,0155
bloques	420,25	1	420,25	1681,00	0,0155
Error	0,25	1	0,25		
Total	840,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,35310

Error: 0,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 23,00 2 0,35 A
2,00 43,50 2 0,35 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV
No. de plantas tot 2 hojas 4 1,00 1,00 4,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1096,00	2	548,00	548,00	0,0302
tratamientos	900,00	1	900,00	900,00	0,0212
bloques	196,00	1	196,00	196,00	0,0454
Error	1,00	1	1,00		
Total	1097,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=12,70620

Error: 1,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 7,50 2 0,71 A
2,00 37,50 2 0,71 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV
promedio total 4 0,79 0,38 8,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0,47	2	0,24	1,92	0,4542
tratamientos	0,45	1	0,45	3,66	0,3065
bloques	0,02	1	0,02	0,18	0,7422
Error	0,12	1	0,12		
Total	0,59	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,44717

Error: 0,1225 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 3,98 2 0,25 A
1,00 4,65 2 0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV
%imp. Total 4 0,58 0,00 32,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
-------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------------

Modelo.	88,07	2	44,04	0,70	0,6461
tratamientos	17,60	1	17,60	0,28	0,6907
bloques	70,48	1	70,48	1,12	0,4825
Error	63,12	1	63,12		
<u>Total</u>	<u>151,20</u>	<u>3</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=100,95079

Error: 63,1230 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 22,31 2 5,62 A

2,00 26,50 2 5,62 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas mas de 3 hoj..	4	0,98	0,95	21,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	348,50	2	174,25	27,88	0,1327
tratamientos	342,25	1	342,25	54,76	0,0855
bloques	6,25	1	6,25	1,00	0,5000
Error	6,25	1	6,25		
<u>Total</u>	<u>354,75</u>	<u>3</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=31,76551

Error: 6,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 2,50 2 1,77 A

1,00 21,00 2 1,77 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas 3 hojas roj..	4	1,00	1,00	1,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	840,50	2	420,25	1681,00	0,0172
tratamientos	420,25	1	420,25	1681,00	0,0155
bloques	420,25	1	420,25	1681,00	0,0155
Error	0,25	1	0,25		
<u>Total</u>	<u>840,75</u>	<u>3</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,35310

Error: 0,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00	23,00	2	0,35	A
2,00	43,50	2	0,35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas 2 hojas rojo..	4	0,38	0,00	200,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	12,50	2	6,25	0,31	0,7863
tratamientos	6,25	1	6,25	0,31	0,6772
bloques	6,25	1	6,25	0,31	0,6772
Error	20,25	1	20,25		
Total	32,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=57,17792

Error: 20,2500 gl: 1

<u>tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
1,00	1,00	2	3,18 A
2,00	3,50	2	3,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
promedio rojo	4	0,79	0,37	6,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,29	2	0,14	1,90	0,4568
tratamientos	0,29	1	0,29	3,78	0,3023
bloques	6,3E-04	1	6,3E-04	0,01	0,9423
Error	0,08	1	0,08		
Total	0,36	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,49421

Error: 0,0756 gl: 1

<u>tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>
2,00	3,96	2 A
1,00	4,49	2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% imp. Rojo	4	0,99	0,97	4,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	54,57	2	27,28	58,14	0,0923
tratamientos	2,94	1	2,94	6,27	0,2419
bloques	51,62	1	51,62	110,02	0,0605
Error	0,47	1	0,47		
Total	55,03	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=8,70375

Error: 0,4692 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 15,23 2 0,48 A

2,00 16,94 2 0,48 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas mas de 4	0,15	0,00	75,14	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	182,50	2	91,25	0,09	0,9234
tratamientos	182,25	1	182,25	0,17	0,7494
bloques	0,25	1	0,25	2,4E-04	0,9902
Error	1056,25	1	1056,25		
Total	1238,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=412,95163

Error: 1056,2500 gl: 1

tratamientos Medias n

2,00 36,50 2 A

1,00 50,00 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas 2 hojas blan..	4	0,97	0,91	27,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1028,50	2	514,25	17,00	0,1690
tratamientos	756,25	1	756,25	25,00	0,1257
bloques	272,25	1	272,25	9,00	0,2048
Error	30,25	1	30,25		
Total	1058,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=69,88412

Error: 30,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 6,50 2 3,89 A

2,00 34,00 2 3,89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

promedio blanco 4 0,83 0,48 8,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 0,59 2 0,29 2,39 0,4161

tratamientos 0,56 1 0,56 4,59 0,2780

bloques 0,02 1 0,02 0,18 0,7422

Error 0,12 1 0,12

Total 0,71 3

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,44717

Error: 0,1225 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 4,00 2 0,25 A

1,00 4,75 2 0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

Variable N R² R² Aj CV

% imp. Blanco 4 0,25 0,00 59,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 188,19 2 94,09 0,17 0,8652

tratamientos 76,04 1 76,04 0,14 0,7753

bloques 112,15 1 112,15 0,20 0,7322

Error 560,27 1 560,27

Total 748,46 3

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=300,75585

Error: 560,2689 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 35,19 2 16,74 A

2,00 43,91 2 16,74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

9.3.5. Determinaciones a los 90 días post-siembra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas totales	4	0,15	0,00	29,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	274,00	2	137,00	0,09	0,9205
tratamientos	49,00	1	49,00	0,03	0,8869
bloques	225,00	1	225,00	0,15	0,7662
Error	1521,00	1	1521,00		
Total	1795,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=495,54196

Error: 1521,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 131,00 2 27,58 A

2,00 138,00 2 27,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas rojo	4	1,00	0,99	4,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	452,50	2	226,25	100,56	0,0703
tratamientos	110,25	1	110,25	49,00	0,0903
bloques	342,25	1	342,25	152,11	0,0515
Error	2,25	1	2,25		
Total	454,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=19,05931

Error: 2,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 28,00 2 1,06 A

2,00 38,50 2 1,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas blanco	4	0,01	0,00	40,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	24,50	2	12,25	0,01	0,9926
tratamientos	12,25	1	12,25	0,01	0,9451
bloques	12,25	1	12,25	0,01	0,9451

Error	1640,25	1	1640,25
Total	1664,75	3	

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=514,60127

Error: 1640,2500 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 99,50 2 28,64 A

1,00 103,00 2 28,64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas tot mas de 3..	4	0,15	0,00	29,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	274,00	2	137,00	0,09	0,9205
tratamientos	49,00	1	49,00	0,03	0,8869
bloques	225,00	1	225,00	0,15	0,7662
Error	1521,00	1	1521,00		
Total	1795,00	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=495,54196

Error: 1521,0000 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 131,00 2 27,58 A

2,00 138,00 2 27,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
%imp. total	4	0,15	0,00	29,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	13,38	2	6,69	0,09	0,9205
tratamientos	2,39	1	2,39	0,03	0,8870
bloques	10,99	1	10,99	0,15	0,7662
Error	74,22	1	74,22		
Total	87,59	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=109,46395

Error: 74,2182 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 28,93 2 6,09 A

2,00 30,48 2 6,09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas mas de	4	1,00	0,99	4,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	452,50	2	226,25	100,56	0,0703
tratamientos	110,25	1	110,25	49,00	0,0903
bloques	342,25	1	342,25	152,11	0,0515
Error	2,25	1	2,25		
Total	454,75	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=19,05931

Error: 2,2500 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 28,00 2 A

2,00 38,50 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% imp. rojo	4	1,00	0,99	4,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	52,96	2	26,48	101,80	0,0699
tratamientos	12,89	1	12,89	49,55	0,0898
bloques	40,07	1	40,07	154,05	0,0512
Error	0,26	1	0,26		
Total	53,22	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,48016

Error: 0,2601 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 9,58 2 0,36 A

2,00 13,17 2 0,36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
No. de plantas mas de	4	0,01	0,00	40,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	24,50	2	12,25	0,01	0,9926
tratamientos	12,25	1	12,25	0,01	0,9451

bloques	12,25	1	12,25	0,01	0,9451
Error	1640,25	1	1640,25		
<u>Total</u>	<u>1664,75</u>	<u>3</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=514,60127

Error: 1640,2500 gl: 1

tratamientos Medias n

2,00 99,50 2 A

1,00 103,00 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
% imp. blanco	4	0,01	0,00	39,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	9,50	2	4,75	0,01	0,9926
tratamientos	4,75	1	4,75	0,01	0,9451
bloques	4,75	1	4,75	0,01	0,9451
Error	636,05	1	636,05		
<u>Total</u>	<u>645,55</u>	<u>3</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=320,45047

Error: 636,0484 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

2,00 61,97 2 17,83 A

1,00 64,15 2 17,83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)

9.3.5.1. Relación raíz parte aérea de Trifolium pratense y Trifolium repens

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
relación r/a rojo	4	0,50	0,00	89,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,05	2	0,02	0,49	0,7097
tratamientos	0,04	1	0,04	0,91	0,5148
bloques	3,6E-03	1	3,6E-03	0,07	0,8305
Error	0,05	1	0,05		
Total	0,10	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,79536

Error: 0,0484 gl: 1

tratamientos Medias n

1,00 0,14 2 A

2,00 0,35 2 A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
relación r/a blanco	4	0,58	0,00	18,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	4,3E-03	2	2,1E-03	0,70	0,6448
tratamientos	3,0E-03	1	3,0E-03	1,00	0,5000
bloques	1,2E-03	1	1,2E-03	0,40	0,6392
Error	3,0E-03	1	3,0E-03		
Total	0,01	3			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,69884

Error: 0,0030 gl: 1

tratamientos Medias n E.E.

1,00 0,27 2 0,04 A

2,00 0,32 2 0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)