FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

CARACTERIZACION PRODUCTIVA DE VERDEOS INVERNALES PUROS Y EN MEZCLAS

por

Donaldo PERRONE GOLZALEZ
Fernando TALMON ROSTAGNOL

TESIS

2000

MONTEVIDEO **URUGUAY**

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE VERDEOS INVERNALES PUROS Y EN MEZCLAS

Por

Donaldo PERRONE GONZALEZ

Fernando TALMON ROSTAGNOL

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. (orientación Agrícola-Ganadera)

Montevideo
URUGUAY
2000

PAGINA DE APROBACIÓN.

Tesis aprobada por:

Director: **Ing. Agr. MSc. Juan Bologna** _____
Firma

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani _____
Firma

Ing. Agr. Jorge Andión _____
Firma

Fecha de aprobación:

Autores:

Donaldo Perrone _____

Firma

Fernando Talmón _____

Firma

AGRADECIMIENTOS.

- A nuestras familias, por su constante apoyo, que fue de gran importancia para nuestra formación personal y profesional.

- Al Ing. Agr. Juan Bologna por su incondicional apoyo, enseñanza, dedicación y orientación en la elaboración de este trabajo.

- A la empresa FADISOL y al Sr. Alvaro Martino responsable del laboratorio de semillas, por permitirnos utilizar sus instalaciones y materiales para la realización de este trabajo.

- Al personal de dicha empresa, por su constante cordialidad y colaboración durante el trabajo de campo.

- A los Ing. Agr. Mónica Rebuffo y Juan Carlos Caffarel por su colaboración.

- A Graciela Vila y Alejandra Díaz por su disposición y colaboración en la búsqueda de material bibliográfico realizado en la biblioteca del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA La Estanzuela.

- A Sully Toledo y Enrique Coronel por su colaboración en la búsqueda bibliográfica realizada en la biblioteca de la Facultad de Agronomía.

- A nuestros amigos y todos los que de alguna forma u otra colaboraron en este trabajo final.

TABLA DE CONTENIDO.

Página.

PAGINA DE APROBACIÓN.....II

AGRADECIMIENTOS.....III

TABLA DE CONTENIDO. IV

LISTA DE TABLAS. VII

LISTA DE CUADROS. X

1. INTRODUCCIÓN. 1

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. 3

2.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS VERDEOS INVERNALES..... 3
2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES. 6
2.2.1. Raigrás. 6
2.2.1.1. Raigrás INIA Cetus. 7
2.2.1.2. Raigrás INIA Titán. 8
2.2.2. Avena. 10
2.2.2.1. Avena INIA Polaris. 10
2.2.2.2. Avena INIA Tucana..... 15
2.2.3. Cebada FNC-1. 18
2.2.4. Trigo BUCK Charrúa. 20
2.2.5. Triticale INIA Caracé. 22
2.3. MEZCLAS DE VERDEOS..... 26
2.3.1. La mezcla de INIA Polaris y Raigrás LE 284. 28
2.3.2. La mezcla de INIA Tucana y Raigrás LE 284. 29

3. MATERIALES Y MÉTODOS..... 32

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO. 32
3.2. SUELOS..... 32
3.3. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO..... 32
3.4. ESPECIES..... 33
3.5. TRATAMIENTOS. 33

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO. 36
3.6.1. Dinámica poblacional. *37*
3.6.2. Rendimiento de forraje. *37*
3.6.3. Análisis de Regresión y Correlación. *37*
3.7. DETERMINACIONES EXPERIMENTALES. 38
3.7.1. Dinámica de la implantación. *38*
3.7.2. Dinámica del macollaje *38*
3.7.3. Rendimiento de forraje. *38*
3.8. DETERMINACIONES DE LABORATORIO. 40

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL TRABAJO. 41
4.2. DINÁMICA DE LA IMPLANTACIÓN. 44
4.2.1. Verdeos puros. *46*
4.2.2. Mezclas binarias. *49*
4.2.3. Mezclas complejas. *50*
4.3. IMPLANTACIÓN. 51
4.3.1. Verdeos puros. *55*
4.3.2. Mezclas binarias. *56*
4.3.3. Mezclas complejas. *57*
4.4. DINÁMICA DEL MACOLLAJE. 59
4.4.1. Verdeos puros. *63*
4.4.2. Mezclas Binarias. *66*
4.4.3. Mezclas Complejas. *68*
4.5. PESO DE MACOLLOS. 70
4.5.1. Verdeos puros. *71*
4.5.2. Mezclas binarias *72*
4.5.3. Mezclas complejas. *73*
4.6. RESULTADOS DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE. 75
4.6.1. Verdeos puros. *75*
4.6.1.1. Producción de forraje en el primer corte. 75
4.6.1.2. Producción de forraje en el tercer y cuarto corte. 78
4.6.1.3. Producción de forraje total. 80
4.6.2. Mezclas binarias. *88*
4.6.2.1. Producción de forraje en el primer y segundo corte. 88
4.6.2.2. Producción de forraje en el tercer y cuarto corte. 90
4.6.2.3. Producción de forraje total. 92
4.6.3. Mezclas complejas. *98*
4.6.3.1. Producción de forraje en el primer y segundo corte. 98

4.6.3.2. Producción de forraje en el tercer y cuarto corte. 100
4.6.3.3. Producción total de forraje para las mezclas complejas. 102
4.6.4. Producción de forraje para todos los tratamientos y cortes..... 107
4.7. ESTUDIOS DE REGRESIÓN. 112
4.7.1. Rendimiento de forraje en relación al número de macollos..... 112
4.7.2. Rendimiento de forraje en relación al peso de macollos..... 114
4.8. SÍNTESIS GENERAL DEL TRABAJO 116

5. CONCLUSIONES. 120

6. RESUMEN 122

7. SUMMARY. 123

8. BIBLIOGRAFÍA. 124

LISTA DE TABLAS.

Tabla No. Pág.

1. *Superficie sembrada de los cultivos de trigo y cebada en el país en el año 1998.* 3
2. *Producción de Materia seca por hectárea para los años 1997-1998. PNEC.* 9
3. *Producción de forraje (tt de MS/ha) en el primer corte.* 12
4. *Producción de forraje acumulado tt de MS/ha en invierno (junio-agosto)* 12
5. *Producción de forraje acumulado (tt de MS/ha) en el período de otoño/invierno (abril-agosto)* 13
6. *Efecto de la densidad de siembra en la producción de forraje (tt de MS/ha). Fecha de siembra: 8/4/96.* 13
7. *Análisis conjunto del rendimiento de forraje de Avena para los años 1994 al 1997.* 14
8. *Análisis conjunto del rendimiento de forraje de Avena para los años 1998 y 1999.Fecha se siembra 4/5/1998 y el 7/4/1999.* 15
9. *Efecto de la densidad de siembra (kg/ha) en los rendimientos de forraje y heno (tt de MS/ha), y grano (tt/ha). Siembra realizada en líneas 13/4/92.* 16
10. *Efecto de la densidad de siembra (kg/ha) y método de siembra (L - líneas y V - voleo) en los rendimientos de forraje (tt de MS /ha), y grano (tt/ha). Siembra realizada el 13/4/93.* 16
11. *Análisis conjunto de los ensayos varietales durante seis años (1988-1993). Rendimiento de forraje (tt de MS/ha) y grano (tt/ha).* 17
12. *Clasificación de las Variedades de Cebada.* 18
13. *Producción de forraje hasta los 98 días post-siembra para cebadas de doble propósito. Fecha de siembra: 15 de mayo de 1991.* 19

14. *Rendimiento de Materia Seca (kg. MS/ha) para Trigo Buck Charrua y Avena 1095A para el año 1999 y análisis conjunto 1998/1999. INIA La Estanzuela, PNEC.* 22

15. *Producción de Materia Seca en kg/ha a los 70 y 180 días de INIA Caracé de siembra de abril.* 24

16. *Rendimiento de forraje (kg. de MS/ha), Fecha de siembra: 17/04/97. Programa Nacional de Evaluación de Cultivares, INIA La Estanzuela....* 24

17. *Rendimiento de forraje en kilos de materia seca por hectárea. La Estanzuela 1995.....* 25

18. *Rendimiento de forraje (tt de MS/ha) de raigrás Estanzuela 284, avena 1095A, INIA Polaris y la mezcla con raigrás. Fecha de siembra:29/3/95.....* 28

19. *Tratamientos del experimento.....* 34

20. *Densidad de siembra y calidad de las semillas.* 35

21. *Diseño del experimento.* 36

22. *Calendario de actividades.....* 39

23. *Resultados de ANOVAS del número de plantas promedio para los diferentes componentes de cada tratamiento (verdeos puros y mezclas).* 44

24. *Número de plantas por metro cuadrado para los cuatro conteos.....* 45

25. *Porcentaje de implantación y número de plantas/m^2 para cada tratamiento a los 40 días post-siembra.* 51

26. *Número de macollos por metro cuadrado para los cuatro conteos.....* 60

27. *Resultados de ANOVAS para el peso de macollas en el tiempo para los diferentes componentes de cada tratamiento (verdeos puros y mezclas).* 70

28. *Peso de macollos (en gramos de materia seca por macollo), para las diferentes fechas de corte.* 71

29. *Peso de macollos (en gramos de materia seca por macollo), para las diferentes fechas de corte.* 72

30. *Peso de macollos (en gramos de materia seca por macollo), para las diferentes fechas de corte.* 73

31. *Rendimiento de forraje en el primer corte y tasa de crecimiento diario (período de siembra a primer corte: 40 días) para las especies puras.* 75

32. *Rendimiento de forraje en el segundo corte y tasa de crecimiento diario.* 77

33. *Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al tercer corte de las especies puras.* 78

34. *Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al cuarto corte de las especies puras.* 79

35. *Rendimiento total y tasa de crecimiento diario para todo el ciclo (192 días) de las especies individuales.* 81

36. *Producción de forraje y tasa de crecimiento en el segundo corte de las mezclas binarias.* 88

37. *Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al tercer y cuarto corte de las mezclas binarias.* 90

38. *Rendimiento total y tasa de crecimiento diario para todo el ciclo (192 días) de las mezclas binarias.* 92

39. *Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al segundo corte de las mezclas complejas.* 98

40. *Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al tercer y cuarto corte de las mezclas complejas.* 100

41. *Rendimiento total y tasa de crecimiento diario para todo el ciclo (192 días) de las mezclas complejas.* 102

42. *Producción de forraje para todos los tratamientos y cortes.* 107

43. *Producción de forraje para todos los tratamientos en invierno y primavera expresados en kg. MS/ha y en porcentaje.* 110

44. *Regresión lineal para rendimiento de forraje en kg. de MS/ha en función de el número de macollos de cada especie por tratamiento.* 112

45. *Regresión lineal para rendimiento de forraje en kg. de MS/ha en función de el peso de macollos de cada especie para cada tratamiento.* 114

LISTA DE CUADROS.

CUADRO No. Pág.

1. *Producción estacional de raigrás. Promedio 7 ensayos, 1995-1997, PNEC Y PP.* 9
2. *Producción anual de raigrás. Promedio 7 ensayos, 1995-1997, PNEC Y PP.* 9
3. *Producción de forraje en el primer corte y total acumulado en el período otoño/invierno en tt de MS/ha. Rendimiento en grano en tt/ha. Período 1992-1996. PNEC.* 11
4. *Crecimiento diario en kilos de materia seca por hectárea por día para Triticale INIA Caracé, Avena Mora y Avena INIA Tucana en suelos arenosos de Tacuarembó.* 25
5. *Rendimiento de forraje (t MS/ha) de raigrás LE 284, INIA LE Tucana y su mezcla.* 30
6. *Rendimiento de forraje (tt de MS/ha) de INIA LE Tucana en siembra pura, y los componentes de la mezcla con Raigrás LE 284* 30
7. *Precipitaciones medias mensuales históricas y para el año 1999.* 42
8. *Temperatura media diaria para la serie histórica de 1969 al 1999 y para el año 1999.* 42
9. *Balance Agua Disponible en una lámina de suelo de 60 cms. de profundidad con capacidad de campo de 114,8 mm. para la serie de años del '69 al '99 y para el año 1999.* 43
10. *Dinámica de la implantación para los verdeos puros.* 47
11. *Dinámica de la implantación para las mezclas binarias.* 49
12. *Dinámica de la implantación para las mezclas complejas.* 50
13. *Porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para los verdeos puros.* 55

14. *Porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para las mezclas binarias.* 56
15. *Porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para las mezclas complejas.* 57
16. *Dinámica del macollaje para los verdeos puros.* 63
17. *Dinámica del macollaje para las mezclas binarias.* 66
18. *Dinámica del macollaje para las mezclas complejas.* 68
19. *Pesos de macollos para los verdeos puros.* 71
20. *Evolución del rendimiento para el tratamiento 1.* 83
21. *Evolución del rendimiento para el tratamiento 2.* 83
22. *Evolución del rendimiento para el tratamiento 3.* 84
23. *Evolución del rendimiento para el tratamiento 4.* 84
24. *Evolución del rendimiento para el tratamiento 5.* 85
25. *Evolución del rendimiento para el tratamiento 14.* 85
26. *Producción total de los verdeos puros.* 86
27. *Evolución del rendimiento de las especies sembradas individualmente para los cuatro cortes.* 86
28. *Tasas de crecimiento para las especies sembradas puras.* 87
29. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 6.* 94
30. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 7.* 95
31. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 11.* 95
32. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 13.* 96
33. *Rendimiento Total de materia seca para las mezclas binarias.* 96
34. *Tasa de crecimiento para las mezclas binarias.* 97
35. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 8.* 104
36. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 9.* 104
37. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 10.* 105
38. *Contribución de los distintos componentes al tratamiento 12.* 105

39. *Rendimiento Total de materia seca para los tratamientos en mezclas complejas.* *106*

40. *Tasa de crecimiento para los tratamientos en mezclas complejas.* *106*

41. *Producción total para todos los tratamientos*..... *109*

1. INTRODUCCIÓN.

Las bajas temperaturas invernales, determinan una reducción en las tasas de crecimiento de forraje de las pasturas naturales y convencionales temprano en el otoño e invierno, que limita la producción ganadera del país.

Existen algunas alternativas para atenuar la estacionalidad de producción de forraje como lo es la implantación de verdeos de invierno anuales y/o sus mezclas. Los verdeos de invierno son gramíneas anuales que se caracterizan por producir un volumen muy alto de forraje de buena calidad en un período corto de tiempo, siendo su utilización una buena alternativa para cubrir las deficiencias de forraje normalmente producidas en invierno.

Para recuperar el capital invertido en un verdeo de invierno, tiene que producir un elevado volumen de forraje que se logra con un correcto manejo de laboreo y época de siembra (temprana), empleo de semilla de calidad, correcta elección de la especie y variedad, óptima densidad, adecuada fertilización y el manejo más apropiado.

Las mezclas forrajeras de especies y variedades anuales de ciclo invernal como trigo, cebada, avena, triticale y raigrás son una alternativa que puede ser accesible al productor. De esta manera se logra reducir costos, tiempos ociosos de más de un cultivo, y la necesaria infraestructura para su manejo independiente, de tal manera que solucionan los problemas mencionados anteriormente, pudiendo aumentar los beneficios económicos y productivos.

Para cubrir las demandas de forraje en otoño e invierno en el Uruguay, el cultivo que históricamente se ha utilizado es la avena como doble propósito para pastoreo y grano o heno. Con las mezclas de verdeos invernales, se logra complementar la precocidad de utilización de una especie, la producción invernal de otra, y la posibilidad de pastoreos a fines de invierno-primavera, o reservas de forraje y/o semillas que no se logra con el uso de cultivos puros.

Los verdeos de invierno siempre han aparecido como un recurso caro a la hora de hacer los números, por eso se debe partir aceptando el criterio de que este no es una solución puntual sino una integración estratégica en la cadena forrajera.

La escasa información disponible a nivel nacional tanto de producción de forraje como de la dinámica poblacional de plantas y unidades de crecimiento de las mezclas de verdeos de invierno, limitan el análisis y discusión de resultados obtenidos.

Este trabajo caracteriza el comportamiento agronómico, la dinámica poblacional y producción de forraje de diferentes especies y/o variedades anuales invernales puras y en mezclas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS VERDEOS INVERNALES.

Según Jensen (1952), citado por Acosta (1980), las mezclas de especies y variedades aportan mayor estabilidad de producción, mejor distribución de la curva de crecimiento durante el período productivo, mejor comportamiento sanitario y mayor rendimiento total de forraje.

Según DIEA (CENSO 1990), el área sembrada de avena doble propósito y raigrás anual fue de 52.037 y 53.335 ha. respectivamente. Cabe remarcar que en lo que concierne a la avena, esta ha disminuido su área de siembra desde el 66 al 90 debido posiblemente a la adopción de variedades de trigo doble propósito por parte de los productores (Rebuffo, 1997).

Por su parte, el área de siembra de cultivos forrajeros anuales para el año 1999 fue de 308.830 hás. y el área de praderas artificiales permanentes fue de 1.348.684 hás. (DICOSE, 1999). En la *Tabla 1* se muestra el área de trigo y de cebada sembrados en el año 1998, según modalidad de siembra. (DIEA, 1998).

Tabla 1. Superficie sembrada de los cultivos de trigo y cebada en el país en el año 1998.

Especie	Área sembrada			Área asociada a praderas	Área pastoreada
	Total (Has)	Convencional	Directa		
Trigo	193.000	77.7 %	22.3 %	36.1 %	6.3 %
Cebada	72.000	85.3 %	14.7 %	33.4 %	1.4 %

Fuente: DIEA, (1998).

Ahunchaín *et al* (1997), realizaron estudios sobre la evolución de la población de tallos de trigo, cebada y avena. Observaron que la población de tallos por metro lineal de surco para estas tres especies muestra una evolución similar en el transcurso del tiempo. El ensayo fue sembrado el 15 de mayo de 1991 y en el período de 40 a 62 días posteriores a la siembra fue donde se

evidenció el intenso macollaje (fines de junio hasta mediados de julio), logrando mayor número de tallos la avena, seguida por la cebada y por último el trigo. A partir del día 62 se evidencia una disminución de la población de tallos de las tres especies, lo cual sería atribuible a fenómenos de dominancia apical y competencia fundamentalmente por luz. Se observó que el número de tallos por metro lineal de cebada, tuvo una tendencia a estabilizarse, mientras que los tallos de trigo y avena continuaron disminuyendo.

Estos mismos autores señalan que la inclusión de animales a pastoreo en trigo, produce un efecto depresivo momentáneo sobre la población de tallos. Retirado el pastoreo, la tendencia fue a recuperar la población de tallos con una promoción del macollaje, debido seguramente a una atenuación de los efectos depresivos de la dominancia apical así como también a un retiro de la competencia por luz.

La capacidad de macollaje de las gramíneas tiene variación estacional, siendo alta en otoño debido al estado fenológico en que permanecen vegetativas y es muy baja en primavera cuando comienzan el ciclo reproductivo. El fertilizante nitrogenado aplicado temprano en otoño-invierno incrementa el número potencial de tallos reproductivos como también su tamaño, aumentando el rendimiento primaveral (Rebuffo, 1995).

La información que se ha encontrado en producción de forraje se refiere a cultivos puros, existiendo más datos de la mezcla clásica avena-raigrás en aporte y distribución durante el período de crecimiento.

Chiara (1975), menciona que la avena, cebada y centeno presentan mayor producción de forraje temprano, en el otoño, mayor precocidad que la cebadilla y raigrás, mientras que estas superan a las otras en invierno-primavera.

Los cereales de mayor tasa de crecimiento diario otoñal son el centeno y la cebada, los cuales demuestran ser los más precoces en producir forraje, le sigue la avena que tiene su máximo crecimiento diario en mayo-junio, y por último el raigrás que se define como el más tardío (Chiara, 1975; Juncal y Terzachi, 1979).

Peralta (1982), observó que variedades de trigo y avena produjeron prácticamente el 50% de su producción en otoño-invierno y el 50% en primavera. La cebada rindió el 40% de su producción de forraje en otoño-invierno y el 60% en primavera, mientras que el raigrás fue 70% en primavera y 30% en otoño-

invierno. El raigrás logro una producción total anual sensiblemente mayor a las demás especies y dentro de los cereales fue la cebada la que rindió más forraje. El autor observó que los datos concordaban con otros datos obtenidos anteriormente en el país (Gardner *et al* 1968; Chiara, 1975 citados por Peralta, 1982).

Afirmando lo reportado por Allegri *et al* (1977) y Arocena y Allegri (1974), citados por Juncal y Terzachi, (1979), evaluando el comportamiento de trece variedades de centeno, cuatro de avena y dos de raigrás durante cuatro años, encontraron que el raigrás es más tardío que el centeno superándolo en producción en el invierno y superando también a la avena en otoño e invierno en suelos arenosos de Tacuarembó. Es la única especie que presenta un crecimiento importante en primavera, siendo el cultivo que proporciona el más amplio período de aprovechamiento.

Allegri, *et al* (1977), citados por Juncal y Terzachi (1979), trabajando en verdeos invernales sobre suelos arenosos, encontraron que a medida que la siembra se atrasa, el forraje obtenido en otoño disminuye abruptamente a partir de marzo y aumenta el período entre la siembra y el primer aprovechamiento del cultivo. Es así que la relación existente entre fecha de siembra y producción otoñal se mantiene para la producción acumulada, debido a que las diferencias otoñales no son recuperadas en las siguientes estaciones.

Carámbula (1977) destaca que la ventaja de la siembra temprana radica en que el período de aprovechamiento es mayor y que las plántulas disponen de condiciones ambientales más favorables antes de que lleguen las épocas críticas. Con siembras tempranas se dispone de forraje en la época realmente crítica. Además cuando los verdeos de invierno se siembran más temprano, se acorta el período siembra-primer pastoreo. En general la producción total de forraje de los verdeos invernales, varía muy poco entre épocas de siembra.

Haciendo una comparación general de tres verdeos puros, se puede decir que el centeno es el mas afectado en su producción otoñal si se siembra tarde debido a su precocidad. Por su parte el raigrás presenta un menor crecimiento en esa estación por ser el más tardío, mostrando la avena un comportamiento intermedio (Juncal y Terzachi, 1979).

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES.

2.2.1. Raigrás.

En el Uruguay la especie *Lolium multiflorum* es ampliamente utilizada como verdeo invernal y/o componente de distintas pasturas, siendo el cultivar más usado LE 284 y poblaciones derivadas como por ejemplo Cetus.

Dentro de la especie *Lolium multiflorum*, los distintos cultivares se agrupan en dos tipos:

a) Tipo *multiflorum*: son cultivares que tienen requerimientos de frío para florecer, por lo cual los macollos que se producen a partir del invierno permanecen vegetativos sin florecer, pudiendo comportarse como bianuales (Ej; Titán).

b)Tipo *westerwoldicum*: son cultivares que no tienen requerimientos de frío para florecer y que tienen un comportamiento estrictamente anual (Ej; LE 284, Cetus).

Dentro de cada uno de estos dos tipos, existen cultivares diploides y tetraploides; presentando estos últimos el doble de cromosomas que los diploides y algunas características agronómicas diferentes como semilla más grande, hoja más ancha y macollos más gruesos (García, 1998).

En cuanto a la producción de forraje, Carámbula, Millot, García y Pritsch, (1977) citados por Juncal y Terzachi (1979) obtuvieron mayores rendimientos de raigrás frente a la avena en suelos fértiles, 7200 kg/ha para el primero y 4000 kg/ha para la segunda.

Diferencias aún mayores a favor del raigrás encontró Chiara (1975), en donde este casi triplica el rinde de la avena.

Gardner *et al* (1968), concluyen que algunos de los cereales de invierno evaluados en su trabajo rinden más forraje que el raigrás en otoño y que rinden menos durante invierno y primavera. Existieron diferencias en aporte de forraje entre materiales de cebada sembrados en marzo, algunos aportaron en otoño como en invierno y otros en esta época decaían considerablemente. Excepto en otoño el raigrás sobrepasó considerablemente el rendimiento de todos los cereales. El

experimento fue sembrado en marzo y se obtuvieron seis cortes hasta el 6 de diciembre en el cual sólo el raigrás seguía creciendo. Como única ventaja de los cereales frente al raigrás sería el crecimiento inicial más rápido y recomiendan como solución práctica la inclusión de 30 kg/ha de avena con raigrás.

Allegri *et al* (1977) citados por Juncal y Terzachi, (1979), trabajando con cereales de invierno y raigrás sobre areniscas de Tacuarembó, hallaron que el raigrás tiene la mayor capacidad para producir en estos suelos, siendo más tardío que el centeno y superando a las avenas en otoño y demás especies en invierno. El raigrás se destaca por su mayor adaptación al pastoreo que los cereales de invierno, por su gran capacidad macolladora, rápido rebrote y su resistencia al pulgón. Por su parte, el centeno se caracteriza por su gran adaptación a los suelos arenosos, fríos y ácidos, por su mayor resistencia al pulgón verde, destacando su alta producción de forraje en el primer y segundo corte sobre las demás gramíneas anuales invernales (Chiara, 1975; Juncal y Terzachi, 1979).

2.2.1.1. Raigrás INIA Cetus.

El origen de este material corresponde a una selección hecha en La Estanzuela sobre el cultivar LE 284, en base a hábito de crecimiento, vigor, macollaje, resistencia a roya y ciclo, correspondiendo a un material diploide.

Es un cultivar más macollador, de hábito más postrado y de mayor hojosidad, y aventaja a LE 284 en rendimiento de forraje en base a su ciclo más largo.

Tiene mayor digestibilidad que LE 284 durante toda la primavera por su mayor hojosidad.

Presenta ciclo a floración diez días mayor que LE 284, floreciendo alrededor del 10 de octubre, presentando un mayor período de aprovechamiento con mejor calidad de forraje.

En cuanto a sanidad, tiene mayor resistencia a roya en comparación con LE 284, que junto con su alta capacidad de macollaje le confieren alto potencial de producción de semilla. Es un material que no tiene requerimientos de frío y se comporta como estrictamente anual.

Por sus características agronómicas y genéticas, este cultivar presenta gran versatilidad siendo apto para todo tipo de explotación y método de siembra (García, 1998).

2.2.1.2. Raigrás INIA Titán.

El origen de este material corresponde a una selección hecha en La Estanzuela sobre el cultivar Matador, basándose en los siguientes caracteres agronómicos: resistencia a roya, vigor y macollaje, hábito intermedio y floración en la segunda quincena de octubre. Es un material tetraploide de tipo multiflorum.

Este material se destaca por sus altos rendimientos de forraje y digestibilidad. En el total anual produce 1,4 tt de MS/ha más de forraje que LE 284 y en primavera lo supera en un 52% aproximadamente. En promedio desde el año 1995 al 97, Titán ha sido el cultivar más productivo de todos los presentes en la evaluación oficial.

Presenta excelentes valores de digestibilidad hasta fines de primavera, teniendo diferencias entre 5 y 7 unidades promedio de DMO con LE 284 entre los meses de septiembre y diciembre.

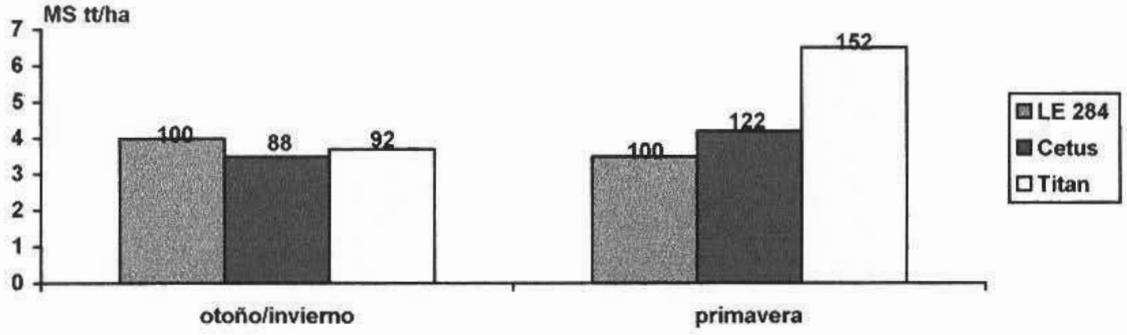
El hecho de ser material tetraploide y de semillas más pesadas, le confiere alto vigor inicial y rápida implantación.

Tiene requerimientos de frío para florecer, pudiendo conservar macollos vegetativos al año siguiente, por lo tanto puede tener comportamiento bianual.

Presenta un ciclo muy largo, floreciendo alrededor del 25 de octubre, es decir unos 25 días más tarde que LE 284. Ofrece pastoreos de excelente calidad cuando el raigrás común ya está seco y además tiene excelente resistencia a roya en comparación con otros cultivares de ciclo similar.

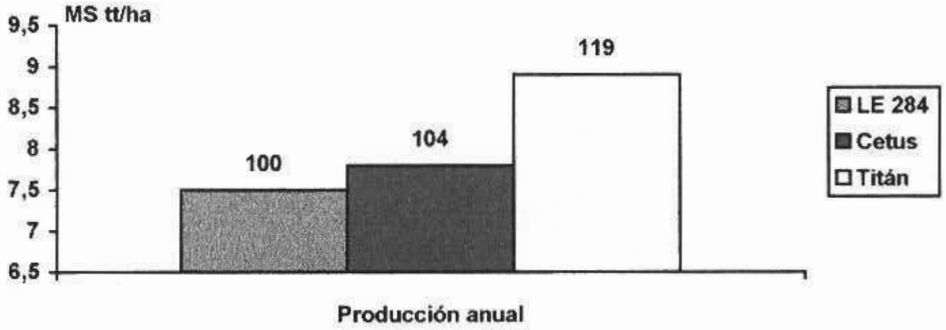
Sus buenas características agronómicas lo hacen recomendable en predios lecheros y de invernada completa (García, 1998).

Cuadro 1. Producción estacional de raigrás. Promedio 7 ensayos, 1995-1997, PNEC Y PP.



Fuente: García, J. (1998)

Cuadro 2. Producción anual de raigrás. Promedio 7 ensayos, 1995-1997, PNEC Y PP.



Fuente: García, J. (1998)

Tabla 2. Producción de Materia seca por hectárea para los años 1997-1998. PNEC.

VARIEDAD	Análisis conjunto 97-98	%
Raigrás Titán	12280	132
Raigrás Cetus	9866	106
LE 284	9273	100

Fuente: PNEC, INIA La Estanzuela.(1998).

2.2.2. Avena.

Rebuffo (1995), comparando trigo y raigrás con avena, encontró que si bien el crecimiento de avena y trigo fue similar, la distribución del forraje a lo largo de su ciclo fue diferente, siendo mayor el crecimiento de avena en otoño, mientras que el trigo desarrolló mayor producción hacia fines de invierno. Los datos de producción en el período otoño / invierno oscilaron entre 1,5 y 2,7 tt. de MS/ha para trigo y avena y para la mezcla de avena-raigrás fue entre 1,2 y 3,6 tt. de MS/ha.

Acosta, (1980) encontró que la producción de avena 1095A y RLE115 sembradas el 10 de marzo, fue igual para las dos de 2255 kgs. MS/ha. con manejo de 3 cortes realizados en el período de mayo a julio.

Con respecto a la avena Rebuffo *et al* (1996) afirman que en el Uruguay se cultiva para producir forraje en otoño/invierno principalmente en la zona lechera y agrícola. Además es un cultivo resistente a las altas temperaturas y de menores requerimientos de agua que otros cereales, lo que hace que admita siembras tempranas como enero/marzo, potenciando la producción de forraje. Sin embargo, la época de siembra más recomendada para priorizar y potencializar la producción de forraje es marzo-abril, dado el alto riesgo de sequía durante la emergencia en las siembras tempranas de enero-febrero.

Gardner y Rogers (1956) citado por Juncal y Terzachi (1979) indican que siembras muy tempranas de avena pueden provocar el encañado en el invierno luego de su buena producción otoñal.

Josifovich y Maddaloni (1965) citado por Juncal y Terzachi (1979), encontraron que para avena, siembras en la segunda quincena de marzo fueron las mejores en cuanto a cantidad y oportunidad de forraje.

2.2.2.1. Avena INIA Polaris.

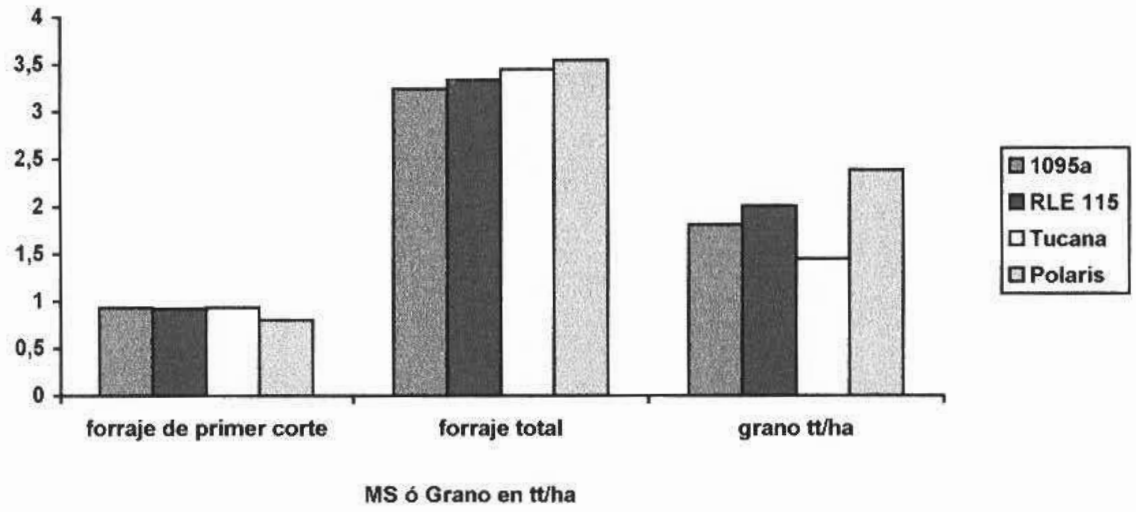
Es un cultivar de *Avena sativa* desarrollado por INIA La Estanzuela que se destaca por combinar muy buenas características forrajeras y aptitud para manejo de doble propósito con buena sanidad. Es de excelente producción de forraje en el período otoño-invierno, dada su excelente capacidad de rebrote y muy buen macollaje, así como muy buena tolerancia al frío. Tiene plantas de altura media y

caña gruesa, estas dos características le confieren muy buena resistencia al vuelco, aún en siembras tempranas para pastoreo. Presenta fecha de floración similar a 1095A y RLE 115, ofreciendo una mayor producción de forraje en el invierno destacándose principalmente en los meses de julio y agosto (Rebuffo, 1997).

Es de tener en cuenta la resistencia que presenta este cultivar a roya de hoja y tallo, así como también su resistencia a vuelco (Rebuffo, 1997).

En el promedio de los años INIA Polaris tiene menor rendimiento de forraje en el primer corte que 1095A, RLE 115 y Tucana pero mayor rendimiento de forraje en el periodo de otoño/invierno (Cuadro 3 y Tabla 3 y 5). El rendimiento de grano también es superior a 1095A. (Rebuffo, 1998).

Cuadro 3. Producción de forraje en el primer corte y total acumulado en el período otoño/invierno en tt de MS/ha. Rendimiento en grano en tt/ha. Período 1992-1996. PNEC.



Fuente: Rebuffo, M. (1998).

Este cultivar presenta plantas de hábito más postrado que los otros cultivares, por lo que es probable que su rendimiento al primer corte esté subestimado por la cosecha mecánica (Rebuffo, 1998).

Tabla 3. Producción de forraje (tt de MS/ha) en el primer corte.

AÑO	1095A	RLE 115	Tucana	Polaris
1992	0.8	0.7	0.7	0.5
1993	0.5	0.5	0.4	0.4
1994	1.0	1.0	0.9	0.7
1995	0.7	0.7	0.7	0.6
1996	1.3	1.2	1.6	1.2
1997	0.7	0.7	0.9	0.8
1998	1.2	1.0	0.7	1.3
1999	0.97	0.90	0.95	0.90
Prom.	0.89	0.8	0.9	0.7

Fuente: Rebuffo, M. (1998) y PNEC (1999).

Como resultado de la evaluación realizada en el INIA hasta 1999, en producción de materia seca, INIA Polaris tuvo mayor rendimiento en invierno (período junio-agosto) que 1095A, RLE 115 e INIA Tucana (Tabla 4), destacándose en cinco de los seis ensayos evaluados (Rebuffo, 1998).

Tabla 4. Producción de forraje acumulado tt de MS/ha en invierno (junio-agosto) .

AÑO	Cortes	1095A	RLE 115	Tucana	Polaris
1992	3	2.5	2.1	2.2	1.8
1993	2	2.1	2.1	2.3	2.4
1994	2	1.8	2.0	1.8	2.3
1995	2	2.3	2.0	2.1	2.7
1996	2	2.2	2.5	2.2	2.4
1997	2	1.2	1.2	1.2	1.3
1998	3	2.4	2.7	2.9	2.9
1999	3	2.04	4.01	3.76	3.5
Prom.	**2**	**2.0**	**2.3**	**2.3**	**2.4**

Fuente: Rebuffo, M. (1998) y PNEC (1999).

Tabla 5. Producción de forraje acumulado (tt de MS/ha) en el período de otoño/invierno (abril-agosto) .

.AÑO	Cortes	1095A	RLE 115	Tucana	Polaris
1992	3	2.5	2.1	2.2	1.8
1993	4	2.7	2.6	4.2	4.3
1994	4	3.2	3.6	3.2	3.5
1995	4	4.1	3.9	3.8	4.4
1996	3	3.5	3.7	3.7	3.6
1997	3	1.9	1.9	2.1	2.1
1998	4	3.6	3.7	3.6	4.2
1999	4	4.4	4.9	4.7	4.4
Prom.	**3**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**3.5**

Fuente: Rebuffo, M. (1998) y PNEC (1999).

INIA Polaris rindió 10% más de forraje en otoño/invierno (Cuadro 3 y Tabla 5). El mayor rendimiento de forraje de INIA Polaris en invierno permitió contrarrestar la menor producción en el primer corte de otoño y lograr mayores rendimientos totales (Rebuffo, 1998).

Tabla 6. Efecto de la densidad de siembra en la producción de forraje (tt de MS/ha). Fecha de siembra: 8/4/96.

Densidad (kg/ha)	Cultivar	28/5	1/7	12/8	INV	4/9	4/10	PRIM.	**TOTAL**
100	1095A	0.8	0.9	1.3	2.2	0.9	1.3	2.3	**5.3**
100	Polaris	1.0	1.0	1.5	2.5	0.9	1.1	2.0	**5.5**
75	1095A	0.6	0.8	1.6	2.5	1.2	0.9	2.1	**5.1**
75	Polaris	0.6	1.0	1.5	2.5	0.9	1.0	1.9	**5.0**
50	1095A	0.5	0.6	1.8	2.3	1.1	1.2	2.3	**5.1**
50	Polaris	0.4	0.8	1.6	2.4	1.0	0.6	1.7	**4.5**
MDS (5%)		**0.3**	**NS**	**0.4**	**NS**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**

Fuente: Rebuffo, M. (1998)

En cuanto a la densidad de siembra de este cultivar, de acuerdo a los resultados vistos en la Tabla 6, no deberían ser inferiores a los recomendados para las avenas comunes (100 a 120 kg/ha) cuando se privilegia la producción temprana de forraje en otoño. Bajas densidades de siembra, si bien disminuyen la

producción de materia seca en los dos primeros cortes, son bien compensadas en el invierno dado el excelente macollaje que presenta este cultivar (Rebuffo, 1998).

Como tendencia general los mayores rendimientos de forraje en otoño-invierno para INIA Polaris, se obtienen con un manejo frecuente de la defoliación (5 cortes en el período de otoño-invierno) (Rebuffo, 1998).

En primavera INIA Polaris tiende a producir menos forraje que 1095A e INIA Tucana en el manejo que se mantuvo bajo cortes frecuentes. Cuando se decapitan los ápices en primavera, la recuperación de INIA Polaris no es tan buena como en INIA LE Tucana. El mayor rendimiento de INIA LE Tucana en 1996 se debió al corte que se realizó en noviembre, cuando las otras variedades ya no producen más forraje (Rebuffo, 1998).

Tabla 7. Análisis conjunto del rendimiento de forraje de Avena para los años 1994 al 1997.

CULTIVAR	Promedio Kg MS/ha	%
Tucana	3288	105
Polaris	3440	110
1095A	3129	100

Base 100: 1095A Kg MS/ha
Fuente: Rebuffo, M. (1998).

Otra característica que resalta la importancia de este material para pastoreo es la resistencia al arrancado y pisoteo que dicho cultivar presenta, siendo similar a las variedades tradicionales 1095A y RLE 115 (Rebuffo, 1998).

Con respecto a siembras asociadas con leguminosas, este material favorece el establecimiento de las mismas debido a sus características de menor susceptibilidad al vuelco, menor altura de planta y menor volumen de paja (Rebuffo, 1998).

Realizando una comparación en primavera entre INIA Polaris, INIA Tucana y 1095A, la primera tendió a producir menos forraje debido a que cuando se decapitan los ápices en primavera, la recuperación de INIA Polaris no es tan

buena como lo es INIA Tucana. La capacidad de macollaje en primavera tardía de Polaris no es tan buena como Tucana (Rebuffo, 1998).

Tabla 8. Análisis conjunto del rendimiento de forraje de Avena para los años 1998 y 1999.Fecha se siembra 4/5/1998 y el 7/4/1999.

CULTIVAR	Promedio Kg MS/ha	%
Tucana	4081	**101**
Polaris	4481	**111**
1095A	4050	**100**

Base 100: 1095A Kg MS/ha
Fuente: INIA, PNEC (1999)

2.2.2.2. Avena INIA Tucana.

INIA LE Tucana (*Avena sativa)* es un cultivar desarrollado por INIA La Estanzuela, liberado a la comercialización en 1994, que se destaca por combinar excelentes características forrajeras y aptitud para manejo de doble propósito con buena sanidad. La buena capacidad de rebrote y de macollaje que presenta este cultivar determina que tenga una excelente producción de forraje en el período crítico de otoño-invierno. Presenta floración más tardía que otros cultivares nacionales, ofreciendo un período de utilización de forraje más prolongado sin disminuir significativamente su posterior capacidad de producción de heno o grano (Rebuffo, 1994).

Las características agronómicas de dicho material son: porte semi-erecto, muy buena capacidad de macollaje, hojas anchas y de color verde oscuro, con buena resistencia al vuelco y de floración tardía (Rebuffo, 1994).

Con respecto a la época de siembra, lo recomendado para producción de forraje es marzo-abril, mientras que para la producción de grano es de julio-agosto. Siembras muy tempranas de enero-febrero no son recomendadas por el alto riesgo de sequía durante la emergencia (Rebuffo, 1994).

Tiene comportamiento óptimo en suelos de texturas medias y pesadas y tolera suelos de drenaje imperfecto.(Rebuffo, 1994).

Tabla 9. Efecto de la densidad de siembra (kg/ha) en los rendimientos de forraje y heno (tt de MS/ha), y grano (tt/ha). Siembra realizada en líneas 13/4/92.

Densidad de siembra	FORRAJE				COSECHA		TOTAL ANUAL
	1/7	28/7	28/8	TOTAL	PAJA	GRANO	
40	0.5	0.4	1.1	2.0	9.4	4.0	**15.4**
60	0.6	0.4	1.0	2.0	8.8	3.9	**14.7**
80	0.8	0.5	1.0	2.2	9.0	4.0	**15.2**
100	0.8	0.5	1.1	2.3	8.7	3.7	**14.7**
MDS (5%)	0.2	NS	NS	0.2	NS	NS	**NS**

Fuente: Rebuffo, M. (1994).

Tabla 10. Efecto de la densidad de siembra (kg/ha) y método de siembra (L -líneas y V - voleo) en los rendimientos de forraje (tt de MS /ha), y grano (tt/ha). Siembra realizada el 13/4/93.

Densidad de siembra	FORRAJE					COSECHA
	2/6	25/6	27/7	27/8	TOTAL	GRANO
40 L	0.4	0.4	0.6	1.6	3.0	2.5
60 L	0.5	0.7	0.7	1.5	3.2	2.5
80 L	0.7	0.6	0.6	1.4	3.3	2.4
100 L	0.7	0.6	0.6	1.4	3.3	2.4
40 V	0.3	0.5	0.6	1.5	2.9	2.5
100 V	0.5	0.6	0.7	1.3	3.1	2.3
MDS (5%)	0.2	NS	NS	0.2	0.2	NS

Fuente: Rebuffo, M. (1994)

La buena capacidad de macollaje de este cultivar le permite compensar los rendimientos de forraje cuando se siembra a bajas densidades, siendo adaptable a un rango amplio de densidades de siembra que puede variar de 40 a 100 kg/ha (Rebuffo, 1994).

De todas maneras densidades de siembras bajas (40-60 kg/ha), rinden 30 a 40% menos en el primer pastoreo, reduciendo la oferta total de forraje en el orden del 10 a l 1.5% (Rebuffo, 1994).

Tabla 11. Análisis conjunto de los ensayos varietales durante seis años (1988-1993). Rendimiento de forraje (tt de MS/ha) y grano (tt/ha).

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	**Promedio**
FORRAJE							
LE1095A	1.8	2.0	1.2	1.5	2.5	2.7	**2.0**
RLE 115	2.4	1.9	0.9	2.0	2.1	2.6	**2.0**
Tucana	1.0	2.2	2.0	2.1	2.1	4.2	**2.3**
GRANO							
LE1095A	0.6	1.0	1.4	0.9	2.4	1.3	**1.3**
RLE 115	0.9	1.7	1.6	0.6	2.7	1.9	**1.6**
Tucana	2.4	2.9	2.7	2.3	3.3	2.6	**2.6**

Fuente: Rebuffo, M. (1994)

Se recomienda para el pastoreo tanto de vacunos como de lanares, ya que se adapta a manejos de defoliación frecuentes.

Según la evaluación realizada en el INIA La Estanzuela, la producción de forraje en otoño-invierno es promedialmente de 2 tt de MS/ha, pero haciendo utilización de forraje en primavera se pueden obtener 6 a 8 tt de MS/ha en el año.

Con buenas condiciones ambientales, el manejo de defoliación más adecuado para optimizar la producción de forraje es de 3 y 4 cortes en el período de julio a septiembre. Con manejos más frecuentes (intensos) Tucana disminuyó la producción de forraje, si bien se estimuló el macollaje.

Una ventaja comparativa de INIA LE Tucana con respecto a los trigos de pastoreo y a las otras avenas como LE 1095A y RLE 115 es su floración más tardía, que permite pastoreos en agosto, comenzando la elongación de los entrenudos en septiembre y floreciendo 15 a 20 días más tarde. Esta diferencia de ciclo permite aprovechar la producción de forraje de agosto sin afectar la producción de grano. Es así que la mayor ventaja comparativa del nuevo cultivar está en la utilización de su potencial primaveral como reserva de forraje o grano (Rebuffo, 1994).

2.2.3. Cebada FNC-1.

La cebada, *Hordeum vulgare* es otra alternativa para producir forraje en la época crítica por su elevada producción de materia seca en todo el período de cultivo y fundamentalmente por ser una de las más precoces. Sin embargo no tiene buena resistencia al pastoreo (Chiara, 1975).

Las distintas variedades de cebada cervecera que se siembran en nuestro país, se agrupan según las características que definen su crecimiento en cuatro grupos lo cual permite manejar la población de forma diferencial (Hoffman, 1995 citado por Castro 1997).

Tabla 12. Clasificación de las Variedades de Cebada.

GRUPO	VARIEDADES
I	FNC I-22, FNC 6-1.
II	Est. Quebracho, FNC-1, Clipper
III	Est. Acacia, Stirling.
IV	MN 599, Bowman

Fuente: Hoffman *et al* (1995), citado por Castro, A. (1997).

Los materiales pertenecientes al grupo IV sufren excesos de población, en cambio los del grupo I, por su baja capacidad de macollaje no se comportan bien por debajo de las 150 pl/m^2. Los grupos II y III son los más flexibles, principalmente el grupo III que sobrelleva mejor situación de competencia dadas por densidades más altas, sincronizando mejor el macollaje (menor diferencia entre tallos), (Castro, 1997).

El grupo II se caracteriza por una velocidad de macollaje media, tamaño de planta chica, cobertura de suelo tardía y diferencia entre tallos media (Hoffman *et al* 1995 citado por Castro, 1997).

FNC-1 es un cultivar desarrollado por la empresa Fabrica Nacionales de Cerveza (FNC) a fines de la década del ´60 (Castro, 1997).

Este material presenta un ciclo medio a espigazón, con un número menor a 500 espigas por metro cuadrado, una biomasa mayor a 12000 kg MS/ha y con un índice de cosecha de 0.380. El porcentaje de macollos fértiles de esta variedad es de 64%. No alcanzan un alto número de espiga por escaso macollaje explicando la

alta fertilidad comentada. Esta variedad comienza a macollar más tarde y presenta la mayor diferencia entre momento de aparición de los distintos macollos. Es probable que en condiciones de producción esta variedad requiera ajuste de mayores densidades de siembra (Castro *et al*, 1995 citado por Castro 1997).

Josifovich y Maddaloni (1965) citado por Juncal y Terzachi (1979), encontraron que para cebada, siembras en la segunda quincena de marzo fueron las mejores en cuanto a cantidad y oportunidad de forraje.

Haciendo referencia a la cebada, Chiara (1975), la destaca como la más precoz de las especies mencionadas en suelos pesados de La Estanzuela, comparándola con centeno, avena, raigrás y cebadilla. El centeno no prospera en suelos pesados y cuando las condiciones del invierno son excesivamente lluviosos, cebada y centeno dan algo más temprana su primera utilización.

Comparando la cebada con el trigo, la primera presenta mayor velocidad de crecimiento y de aparición de macollas, lo que determina que la cebada tiene mayor capacidad de generar excesos de materia seca en las primeras etapas de la estación de crecimiento, llegando a ser incluso casi el doble que el trigo en los primeros 42 días de crecimiento (Barbe *et al*, 1989; Mailhos y Urruty, 1995 citados por Castro, 1997).

Tabla 13. Producción de forraje hasta los 98 días post-siembra para cebadas de doble propósito. Fecha de siembra: 15 de mayo de 1991.

VARIEDAD	TALLOS POR METRO LINEAL	DISPON. EN kg MS/ha	CREC. EN kgMS/día
TRIGO BUCK CHARRUA	158	2166	22
CEBADA TOSCUR	148	3416	35
CEBADA MN 599	131	3229	33
CEBADA CLE 119	143	3062	31
CEBADA CLIPPER	173	3208	33
AVENA 1095A	137	2667	27

Fuente: Ahunchaín, M. *et al*, (1997).

Con respecto a la sanidad, este material presenta al igual que la mayoría de los materiales cultivados en el país, susceptibilidad al ataque de manchas foliares y roya de hoja (Díaz,,1992; Pereyra, 1996b, citado por Castro, 1997).

2.2.4. Trigo BUCK Charrúa.

El cultivar Buck Charrúa es de ciclo largo, presentando porte semierecto-semirastrero (Caffarel, 1999), alto potencial de producción de semilla, baja incidencia de manchas foliares y alto riesgo a vuelco (Cibils *et al*, 1990).

En nuestro país dada la gran variabilidad en los precios del trigo y de los productos pecuarios, se prioriza el forraje o el grano según las expectativas en las relaciones de precios entre el trigo y los productos de origen animal (German *et al*, 1983 y Masoller *et a*, 1990 citados por Díaz *et al*, 1993).

Los diferentes cultivares de trigo (*Triticum aestivum*) se comportan de manera distinta frente a los cortes dependiendo esto fundamentalmente de la arquitectura de la planta. Los materiales de porte más rastreros son menos afectados en el rendimiento de forraje por las defoliaciones, aunque su producción es en general menor y más tardía. Por su parte, los cultivares de porte más erectos, producen mayor cantidad de forraje pero representan mayor riesgo porque sus rendimientos decaen en mayor proporción (German *et al*,1983).

El trigo es bueno en valor nutritivo y palatabilidad durante la estación clave en el ajuste de la dotación, el invierno (Díaz *et al*, 1993 y Cibils *et al*, 1990).

Josifovich y Maddaloni (1965) citado por Juncal y Terzachi (1979) citan que para el caso de centeno y trigo fue más conveniente su siembra en la primera quincena de marzo.

En nuestro país para que el cultivo de trigo pueda ser pastoreado sin reducir los rendimientos en grano, se debe sembrar tempranamente (abril-mayo) materiales de ciclo largo (Chiara, 1975; Díaz *et al*, 1993). Según Cibils *et al*, (1990), se cuenta con materiales de ciclo largo que permiten ampliar la época de siembra y poder utilizar la "época óptima" con las variedades de potencial mayor y con la tranquilidad de tener un porcentaje del área ya concretada. Cita además que con este manejo de doble propósito forraje y grano se obtienen mermas en rendimiento del 20 al 40%.

El pastoreo de trigo es un medio para evitar un excesivo crecimiento en siembras tempranas que pueden provocar el vuelco del mismo en años buenos climáticamente y de buena disponibilidad de nitrógeno, así como también evitar daños por heladas tardías por atrasarse la espigazón (Leguísamo y Urchipia, 1992).

El trigo doble propósito no solo complementa la producción de forraje, sino que permite ampliar el área de pastoreo manteniendo inalterada la rotación empleada, cubriendo posibles desvíos en la rotación forrajera (Leguísamo y Urchipia 1992).

Según algunos registros nacionales, la tasa de crecimiento diario promedio hasta el encañado, es de alrededor 20 kg. de MS/ha/día, dependiendo de las condiciones ambientales, ya que puede alcanzar 100 kg. de MS/ha/día cuando se termina el macollaje y se inicia el encañado (Cibils *et al*, 1984 citado por Díaz *et al*,_1993 y Cibils *et al*, 1990).

Otros datos mencionan que los registros de forraje acumulado por año, con cosecha antes del encañado varían entre 1,5 a 4 tt/ha (citado por Díaz, *et al* 1993).

Castro (1996) cita que cuando se maneja la frecuencia de cortes teniendo en cuenta una disponibilidad de forraje adecuada (aprox. 20 cms. de altura), permite realizar hasta dos cortes en trigos doble propósito sembrados en abril. En cambio cuando el corte se produjo con altos volúmenes de forraje (aprox. 40 cms.), se pudo comprobar que la elevación del ápice se produjo antes que en el manejo anterior. La autora lo atribuye a que cuando se deja una acumulación elevada de forraje, que determina un excesivo sombreado en los estratos basales del tapiz, se induce una velocidad mayor de elevación del ápice de los materiales. El forraje remanente en estas condiciones está compuesto en general por hojas muertas y en senescencia, con poca actividad fotosintética, con un mayor porcentaje de vainas que de hojas. Por el contrario, en el manejo donde no se permitió una gran acumulación de forraje (cortes cada 20 cms.), permitió una mayor incidencia de radiación en la zona basal del tapiz, retrasando la elevación del ápice.

La altura de corte afecta indirectamente las reservas del cultivo, que se encuentran principalmente en las raíces y en la base de los tallos, al disminuir la relación fotosíntesis/respiración por menor área foliar remanente. De esta forma, la altura del forraje en el momento del pastoreo, puede determinar cuando y a que

velocidad se elevan los ápices y por lo tanto condicionar el tiempo de utilización posterior de ese trigo (Castro, 1996).

Con respecto a la calidad de este cultivo, se puede decir que su digestibilidad es del orden del 80-82% y el valor nutritivo del forraje, medido como la cantidad necesaria para producir un kilogramo de carne, oscila en el eje de los 6 y 9 kg. de MS/kg. de carne, dependiendo de la categoría animal evaluada (Cibils, *et al* 1987 citado por Díaz, *et al*_1993 y Cibils, *et al*_1990).

Tabla 14. Rendimiento de Materia Seca (kg. MS/ha) para Trigo Buck Charrua y Avena 1095A para el año 1999 y análisis conjunto 1998/1999. INIA La Estanzuela, PNEC.

VARIEDADES	1er. CORTE	2do. CORTE	TOTAL ANUAL 1999	1998/1999
AVENA 1095a	2692.4	S/c	2692.4	3303.4
TCD	27.4		s/d	
TRIGO BUCK Charrua	2463.8	887.5	3351.3	3083.2
TCD	25.1	59.1	29.6	

S/c: sin segundo corte.
Fecha de siembra: 20/4/99
Fecha de primer corte: 28/7/99. (98)
Fecha de segundo corte: 12/8/99. (15)

2.2.5. Triticale INIA Caracé.

El nombre genérico de esta especie es *X Triticosecale Wittmack*, derivada de la hibridación de las especies representadas por el género *Triticum L. y Secale L.* Es una gramínea anual invernal de la Tribu Poaceae, siendo el primer cereal de valor comercial creado por el hombre (Bemhaja, 1996).

Triticale INIA Caracé es una línea seleccionada a partir de una colección de más de 60 materiales seleccionados de diferentes orígenes.

Esta variedad es de ciclo corto, precoz, de gran vigor, de rápido establecimiento, excelente producción de forraje invernal, de buena sanidad y excelente producción de grano.

En comparación con las avenas, el Triticale presenta mayor resistencia al complejo de enfermedades en condiciones de suelos arenosos, con pH ácido y alto nivel de aluminio intercambiable.

Desde el punto de vista morfológico, la planta, espiga y grano presentan características intermedias entre el trigo y centeno. Es una planta rústica, con alta producción de biomasa, resistente al vuelco y tolerante a suelos ácidos.

El número de macollos vegetativos varía de 3 a 5 por planta, mientras que el número de tallos reproductivos desarrollados es de 2 a 3 y la altura de la planta adulta puede llegar a un rango de 90 a 104 cms..

La densidad recomendada es de 150 kg/ha. para siembra en línea convencional, pudiendo sembrarse en otoño, a partir de mediados de abril .

Según Bemhaja (1996), el cultivo es de rápido establecimiento, presentando gran vigor inicial, comenzando a producir forraje a partir de los 60 días post-siembra. Comparándolo con las avenas durante los 90 días posteriores a la siembra, Caracé demostró buen crecimiento diario de forraje y una mejor sanidad. Produjo 19 kg de MS/ha/día, frente a 5 y 3 de avena mora y avena INIA Tucana respectivamente medidos a los 60 días post-siembra en suelos arenosos de Tacuarembó. Para lograr la misma tasa de crecimiento que Triticale a los 60 días, las avenas requieren 80 días.

El hecho de producir forraje temprano en el invierno, permite adelantar la entrada de los animales y aumentar la carga animal .

INIA Caracé, produce a los 70 días un número importante de macollos (alrededor de 1380 mac/m^2) logrando un rápido elongamiento y diferenciación del ápice.

Con respecto a la calidad de este material, el forraje producido presenta alto contenido de proteína cruda y su digestibilidad supera el 71% a los 60 días del ciclo, los valores en fibra son superiores comparados con avena INIA Tucana, 18,7 y 36,4% de Fibra Detergente Ácido y Fibra Detergente Neutro respectivamente.

Bemhaja (1996) cita la importancia económica de este material porque produce volumen y calidad de forraje en invierno admitiendo pastoreos con buena ganancia animal. A su vez permite la consociación con leguminosas facilitando el establecimiento de la futura pradera una vez finalizado su ciclo de producción, conservando el recurso suelo.

Tabla 15. Producción de Materia Seca en kg/ha a los 70 y 180 días de INIA Caracé de siembra de abril.

CULTIVAR	MS (70)	MS (180)
INIA CARACE	1260	7581

Fuente: Bemhaja, (1996)

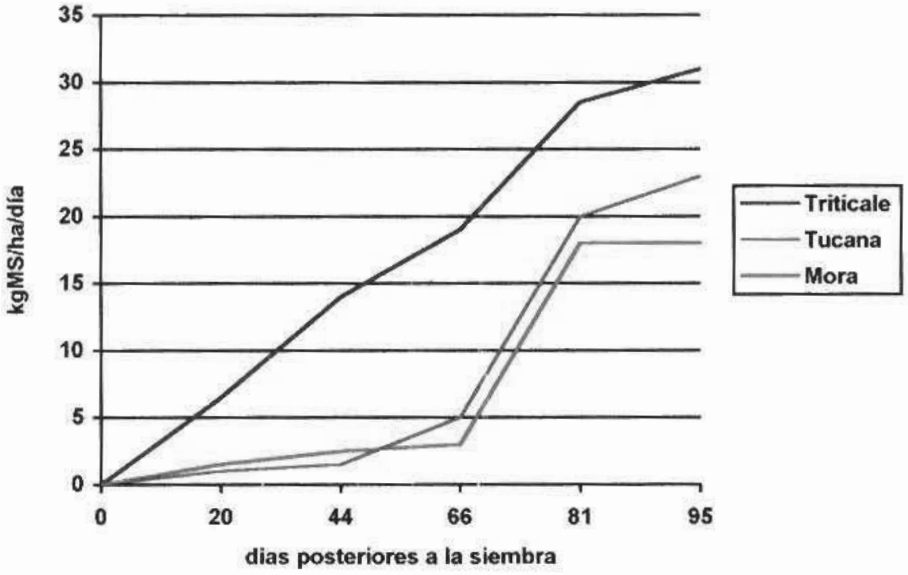
Tabla 16. Rendimiento de forraje (kg. de MS/ha), Fecha de siembra: 17/04/97. Programa Nacional de Evaluación de Cultivares, INIA La Estanzuela

Cultivar	Fechas de corte				TOTAL (kg MS/ha)
	20/6	30/6	22/7	7/8	
1095A		1559	577	788	**2836**
Buck Charrua		1465	508		**1737**
INIA Caracé	2313	-	-	-	**2313**

Fuente: Bemhaja, *et al* (1998)

Bemhaja *et al* (1995), midieron el crecimiento diario de Triticale INIA Caracé en suelos con altos niveles de aluminio intercambiable. El Triticale se sembró el 16 y 17 de mayo asociado a una mezcla de *Lotus corniculatus* y de *T. repens*, y las avenas el 19 del mismo mes. Dadas las características climáticas poco favorables, el crecimiento diario fue de 19 kg. de MS/ha/día a los 66 días luego de la siembra para triticale. Las avenas en cambio, llegan a esta tasa de crecimiento a los 81 días luego de la siembra. El Triticale se comenzó a pastorear a los 68 días posteriores a la siembra y las avenas 15 días más tarde.

Cuadro 4. Crecimiento diario en kilos de materia seca por hectárea por día para Triticale INIA Caracé, Avena Mora y Avena INIA Tucana en suelos arenosos de Tacuarembó.



Fuente: Bemhaja (1996)

Tabla 17. Rendimiento de forraje en kilos de materia seca por hectárea. La Estanzuela 1995.

Variedades	Fechas de corte					TOTAL KG. MS/HA.
	14/6	29/6	25/7	8/8	29/8	
Triticale Caracé	1004	---	1001	---	---	**2005**
Avena Tucana	954	---	---	1608	1164	**3726**
Trigo Charrúa	---	749	---	1454	---	**2203**

Fuente: Bemhaja y Castro (1997)

2.3. MEZCLAS DE VERDEOS.

Las mezclas de verdeos invernales con semillas de cultivares existentes en el mercado, pueden aumentar el beneficio económico al satisfacer dos o tres objetivos productivos que son precocidad de utilización, producción invernal y la posibilidad de pastoreos a fines de invierno-primavera, o reservas de forraje o semilla.

Esta posibilidad se debe a la transgresividad de las mezclas con efectos aditivos y a que biológicamente se manifiesta por combinaciones en el espacio, debido a portes erectos y/o postrados y en el tiempo (precoces y tardías ó ciclos cortos y ciclos largos).

Se pueden combinar especies y/o variedades que con determinados pastoreos maximizan sus aportes de forraje y acumulen sus beneficios complementarios, satisfaciendo los objetivos productivos del productor y que no son alcanzados con el cultivo puro (Millot, 1999).

Chiara (1975), comparando avena con raigrás, observó la mayor producción total de raigrás y la clara superioridad de la avena en el mes de mayo. Además la superioridad de la avena continúa hasta mediados de junio, a partir de la cual comienza el raigrás a mostrar su mayor potencial de producción. Se demuestra entonces que el uso de la avena se recomienda para pastoreos en otoño, principalmente en los tambos, mientras que el raigrás aporta mayor forraje en invierno-primavera. La mezcla de avena más raigrás combina la precocidad de la primera con la buena producción de invierno-primavera del raigrás.

La evaluación realizada en los suelos arenosos de Tacuarembó, dio como resultado que la mezcla formada por centeno más raigrás presentó la mejor distribución de forraje, siendo su producción estacional y total superior significativamente comparado con las demás especies gramíneas anuales invernales puras o en mezclas. Aquí se complementa la alta precocidad del centeno con el mejor comportamiento del raigrás en invierno-primavera (Allegri *et al*, 1977 citado por Juncal y Terzachi, 1979).

Arocena y Allegri (1975), citados por Juncal y Terzachi, (1979), evaluando mezclas de estas mismas especies, concluyeron que el cultivo más adecuado para solucionar el déficit forrajero invernal en suelos de areniscas de Tacuarembó, es la

mezcla de centeno más raigrás, la cual debe sembrarse temprano, a principios de marzo.

Gardner y otros (1968), demostraron que el raigrás Estanzuela 284 supera ampliamente en producción de forraje a los cereales en períodos de invierno-primavera, pero es inferior en otoño, debido a su bajo crecimiento inicial. Esta menor producción al principio puede mejorarse con el uso de mezclas de variedades de diferente ciclo o mezclas de distintas especies como avena más raigrás, combinando de esta forma la precocidad de la primera con la mayor producción invierno-primaveral del segundo.

Haciendo referencia a la mezcla de avena y raigrás en siembras de marzo-abril, García (1996), menciona que en el período otoño-invierno ninguna alternativa forrajera la supera, y destaca la mejor distribución de forraje en comparación a las especies individuales.

Algunas de las ventajas que se encuentran con el uso de mezclas de verdeos de invierno se pueden citar (Bologna, com. pers. 1999)(*):

* Extiende el ciclo de producción de los verdeos puros alargando el período de utilización del forraje producido (desde Mayo a Noviembre).
* La complementariedad de los cultivares utilizados incrementa la producción total de forraje.
* Estabiliza la producción de forraje y mantiene su alta calidad por períodos mas prolongados, compensando variaciones de clima, suelo y manejo. Amortigua los errores de manejo y la incertidumbre climática.
* La producción de mayores cantidades de pastura de alta calidad por períodos más prolongados implica menores costos por kg. de forraje efectivamente consumida por los animales. Esto significa menores costos por cada kg. de carne producida durante el ciclo de utilización.
* Mejora la eficiencia en el uso del suelo y de la infraestructura disponible. Permite una adecuada planificación de las rotaciones agrícola-ganaderas y admite el uso de siembra directa para su implantación.

(*) Bologna, 1999 Comunicación Personal, marzo 1999.

* Asegura opciones de manejo flexibles al adaptarse a diferentes usos alternativos (pastoreo, henificación, ensilaje, cosecha de grano), reduciendo el área necesaria que se requeriría para cada opción.
* Aseguran una rápida cobertura del suelo, reduciendo los riesgos de enmalezamiento temprano y adelantando el primer pastoreo. Por tratarse de mezclas de gramíneas son aptas para campos enmalezados simplificando el control de malezas de hoja ancha mediante competencia y por el uso de herbicidas de bajo costo relativo.
* Simplifica la gestión comercial ya que en una sola operación se adquiere un paquete tecnológico probado (semilla de las mezclas) con garantías de balance en su composición, identidad genética, calidad fisiológica y pureza física.

2.3.1. La mezcla de INIA Polaris y Raigrás LE 284.

Para evaluar la producción de forraje de la avena INIA Polaris, en 1995 se realizó un ensayo para compararla frente al raigrás LE 284, a la avena 1095A y las mezclas de ambas variedades de avena con raigrás (Rebuffo, 1998).

En ese ensayo ambos cultivares de avena rindieron más que el raigrás en otoño de 1995, comenzando a predominar el raigrás a partir de agosto. La mezcla en otoño obtuvo rendimientos intermedios entre sus componentes puros. Como se observa en la *Tabla 18*, en invierno los rendimientos de avena pura, raigrás puro y las mezclas fueron similares (Rebuffo, 1998).

Tabla 18. Rendimiento de forraje (tt de MS/ha) de raigrás Estanzuela 284, avena 1095A, INIA Polaris y la mezcla con raigrás. Fecha de siembra:29/3/95.

Cultivares	**Fechas de cortes**									
	8/5	31/5	**OTO.**	10/7	17/8	**INV.**	7/9	6/10	**PRIM**	**TOTAL**
1095A	0.5	1.3	**1.8**	1.8	1.2	**2.9**	0.8	1.6	**2.4**	**7.1**
Polaris	0.4	1.2	**1.5**	1.8	1.2	**3.0**	0.8	1.2	**2.0**	**6.5**
1095a + 284	0.4	1.0	**1.3**	1.5	1.2	**2.8**	1.0	1.9	**2.9**	**7.0**
Polaris + 284	0.3	0.8	**1.1**	1.7	1.2	**3.0**	1.1	1.8	**2.9**	**7.0**
LE 284	0	0.8	**0.8**	1.6	1.4	**3.0**	1.1	1.6	**2.7**	**6.5**

Fuente: Rebuffo, (1998)

En 1996 se realizó nuevamente la misma comparación entre las avenas, el raigrás y las respectivas mezclas. El rendimiento de forraje de raigrás fue inferior a las avenas puras y las mezclas en el período otoño-invierno, debido probablemente a que las condiciones del clima, particularmente cálidas del otoño e inicio del invierno incidieron en la mayor contribución de las avenas. A pesar de estas diferencias de comportamientos entre años, en primavera el raigrás puro y las mezclas, dominadas por esta especie, rindieron más que ambos cultivares de avena en siembras puras, mientras que el rendimiento de estas en todo el período fue similar (Rebuffo, 1998).

2.3.2. La mezcla de INIA Tucana y Raigrás LE 284.

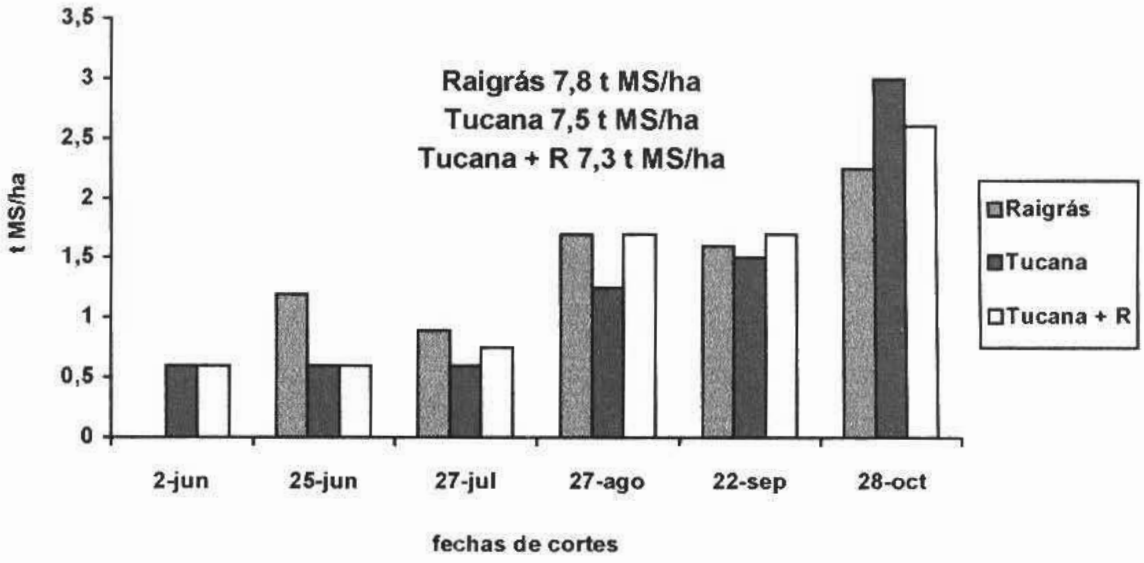
La mezcla de avena con raigrás es el verdeo invernal tradicional. La avena, de rápido crecimiento inicial, produce forraje temprano en el otoño, mientras que el raigrás incrementa la oferta de forraje a fines del invierno.

La productividad que se obtenga de estas especies dependerá en buena medida de la época de siembra, la fertilidad de la chacra y de la fertilización nitrogenada.

Para tratar de evaluar el comportamiento de INIA LE Tucana en mezclas, en el INIA se comparó los cultivos puros y las mezcla de raigrás LE 284 con las avenas RLE 115, o INIA LE Tucana. La producción total de forraje (tt de MS/ha) en el período comprendido entre abril-octubre para el año 1993 fue similar para las especies puras y mezcla.

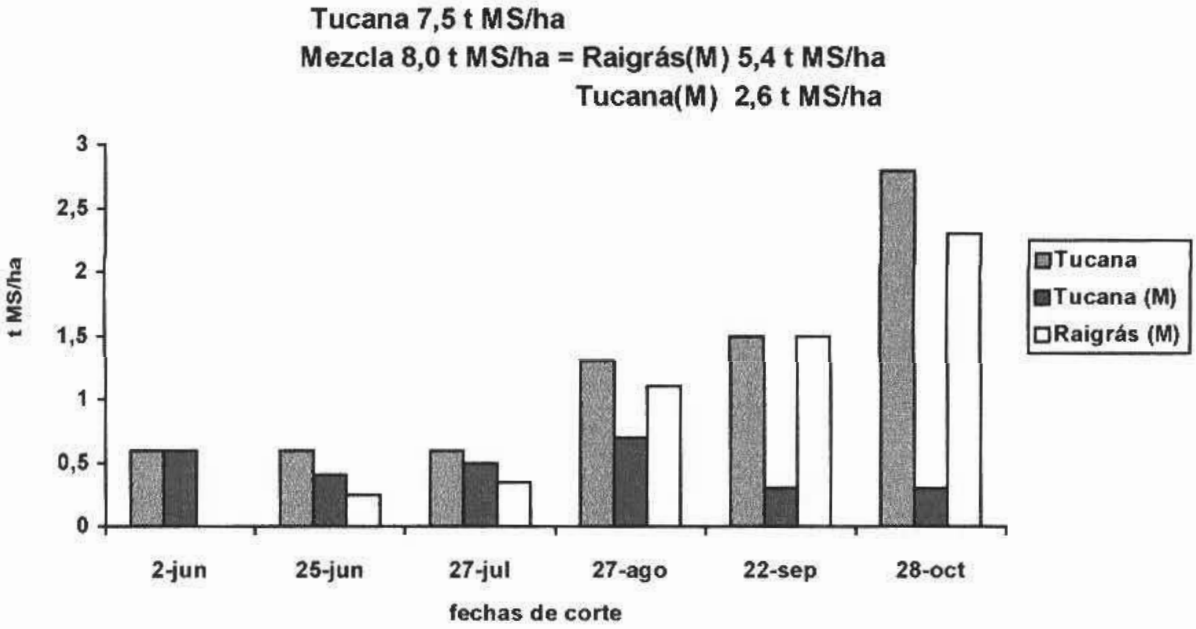
En manejos para pastoreo Tucana ofreció 7,5 tt de MS/ha, en el período abril-octubre, raigrás puro produjo 7,8 tt de MS/ha y la mezcla de ambos 7,3 tt de MS/ha (Cuadro 5). Tucana tuvo forraje disponible para el pastoreo más temprano, a principios de junio, mientras que raigrás produjo más forraje en julio y agosto. La mezcla de Tucana más raigrás produjo cantidades de forraje similares a avena en junio debido a la mayor importancia de esta en la mezcla en este período y similares a raigrás de julio en adelante (Cuadro 5), ya que en estos meses fue el raigrás que predominó en la mezcla (Rebuffo, 1994).

Cuadro 5. Rendimiento de forraje (t MS/ha) de raigrás LE 284, INIA LE Tucana y su mezcla.



Fuente: Rebuffo, 1994

Cuadro 6. Rendimiento de forraje (tt de MS/ha) de INIA LE Tucana en siembra pura, y los componentes de la mezcla con Raigrás LE 284



Fuente: Rebuffo, 1994

Como se mencionó anteriormente INIA LE Tucana tiene muy buena capacidad de rebrote, aún cuando los cortes se hallan realizado muy tarde (posteriores al 28 de octubre para la evaluación en el año 1993) y con el cultivo encañado. Posteriores a dicha fecha ni el raigrás ni la avena RLE 115 rebrotaron, mientras que Tucana rebrotó y floreció en diciembre. Es probable que primaveras húmedas incidan en los rebrotes de octubre y noviembre (Rebuffo, 1994).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO.

El experimento se realizó en una chacra ubicada a 4 kilómetros al este de la localidad de Colonia Miguelete, en la Sección Policial 13era. y 2da. Sección Judicial en el departamento de Colonia.

3.2. SUELOS.

El tipo de suelo en el cual se desarrolló el experimento fue un Brunosol Eutrico Lúvico, perteneciente a la Unidad de suelo La Carolina, correspondiente al Grupo CONEAT 10.3, con índice de 140.

3.3. INSTALACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO.

Para preparar la cama de siembra se hicieron dos pasadas con una rastra excéntrica de dos cuerpos, una tercer pasada con un cultivador de campo y para afinar la tierra se utilizó una rastra de dientes.

Luego se realizó una fertilización básica con fósforo y nitrógeno con 150 kg/ha de fertilizante 20-40-00 al voleo que luego se incorporó.

La siembra se realizó el 8 de mayo de 1999 con una distancia entre surcos de 17,5 centímetros. Se caracterizó los 15 centímetros superiores del perfil de la chacra en los cuales se obtuvieron los siguientes valores:

C. Org.: 2,74% = Mat. Org.: 4,7%= % C. Org. x 1,72
N-NO3: 32,0 ugN/g
Fósforo Bray I: 24,0 ugP/g.

Se realizaron refertilizaciónes con urea a razón de 50 kg/ha en los 3 últimos cortes, lo que sumó un total de 150 kg./ha de urea aplicada en todo el ciclo.

Se trataron las parcelas con insecticida (Clorpirifos) el 15/7 para controlar pulgón y el 26/9 se aplicó herbicida (24D-amina + Dicamba) para controlar hoja ancha.

Las malezas más importantes fueron flor morada (*Echium plantagineum*), cardo negro (*Cirsium vulgare*), rábano (*Raphanus sativus*), mostacilla (*Rapistrum rugosum*) y margarita de Piria (*Coleostephus myconis*).

3.4. ESPECIES.

Las especies incluidas en los diferentes tratamientos fueron:

a) Cebada (*Hordeum vulgare*) variedad FNC-1.
b) Trigo (*Triticum aestivum*) variedad Buck Charrúa.
c) Raigrás (*Lolium multiflorum*) variedad INIA Cetus.
d) Raigrás (*Lolium multiflorum*) variedad INIA Titán.
e) Avena (*Avena sativa*) variedad INIA Polaris.
f) Avena (*Avena sativa*) variedad INIA Tucana.
g) Triticale (*X Triticosecale*) variedad INIA Caracé.

3.5. TRATAMIENTOS.

Se compararon 14 tratamientos de los cuales 6 tratamientos fueron especies puras, 4 mezclas binarias (con dos especies) y 4 mezclas complejas (de 3 y 4 especies). Los tratamientos se detallan en *Tabla 19* y las densidades de siembra del experimento así como características de calidad de la semilla se encuentran en la *Tabla 20.*

Tabla 19. Tratamientos del experimento.

Nº Tratamiento	Especie y/o variedad
1	Cebada pura FNC-1.
2	Trigo puro Buck Charrúa
3	Raigrás puro INIA Cetus.
4	Raigrás puro INIA Titán
5	Avena pura INIA Polaris
6	Raigrás Cetus + Avena Polaris
7	Raigrás Titán + Avena Polaris
8	Raigrás Cetus + Avena Polaris + Trigo Charrúa
9	Raigrás Cetus + Avena Polaris + Trigo Charrúa + Cebada FNC-1
10	Raigrás Cetus + Avena Tucana + Avena Polaris
11	Raigrás Cetus + Triticale Caracé
12	Raigrás Cetus + Avena Polaris + Cebada FNC-1
13	Raigrás Cetus + Trigo Charrúa
14	Triticale puro INIA Caracé

Tabla 20. Densidad de siembra y calidad de las semillas.

Trat.	Especie	Variedad	Densidad de siembra (kg/ha)	Peso de 1000 semillas (grs.)	Pureza física (%)	Germinación (%)	Semillas Viables ($N°./m^2$)
1	Cebada	FNC-1	120	34.2	95	96	**320**
2	Trigo	Buck Charrúa	120	41.3	95	95	**262**
3	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	**684**
4	Raigrás	INIA Titán	20	3.7	95	90	**462**
5	Avena	INIA Polaris	120	36.7	95	97	**301**
6	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	684
	Avena	INIA Polaris	80	36.7	95	97	201
	TOTAL						**885**
7	Raigrás	INIA Titán	20	3.7	95	90	462
	Avena	INIA Polaris	80	36.7	95	97	201
	TOTAL						**663**
8	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	684
	Avena	INIA Polaris	80	36.7	95	97	201
	Trigo	Buck Charrúa	80	41.3	95	95	175
	TOTAL						**1060**
9	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	684
	Avena	INIA Polaris	80	36.7	95	97	201
	Trigo	Buck Charrúa	80	41.3	95	95	175
	Cebada	FNC-1	80	34.2	95	96	213
	TOTAL						**1273**
10	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	684
	Avena	INIA Polaris	80	36.7	95	97	201
	Avena	INIA Tucana	80	32.1	97	95	230
	TOTAL						**1115**
11	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	684
	Triticale	INIA Caracé	100	37.6	90	90	215
	TOTAL						**899**
12	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	684
	Avena	INIA Polaris	80	36.7	95	97	201
	Cebada	FNC-1	80	34.2	95	96	213
	TOTAL						**1098**
13	Raigrás	INIA Cetus	20	2.5	95	90	684
	Trigo	Buck Charrúa	80	41.3	95	95	175
	TOTAL						**859**
14	Triticale	INIA Caracé	120	37.6	90	90	**259**

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El diseño experimental del ensayo fue de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones en parcelas de 5 por 3 metros (*Tabla 21*).

Tabla 21. Diseño del experimento.

BLOQUES	TRATAMIENTOS													
I	3	11	14	9	6	4	10	2	5	12	1	13	8	7
II	4	14	9	2	13	1	7	5	11	12	10	8	3	6
III	12	14	6	1	5	3	7	9	13	2	10	4	11	8

Esto puede ser representado para cada media poblacional de cada variable ensayada en cada tratamiento por el modelo:
donde:

$$y_{ijkl} = \beta_i + \tau_j + \gamma_k + \delta_l + \tau\gamma_{jk} + \tau\delta_{il} + \gamma\delta_{kl} + \tau\gamma\delta_{jkl} + \varepsilon_m$$

β corresponde al efecto del iésimo bloque (i =1,...,3)

τ corresponde al efecto de la jésimo cultivar puro o mezcla (j=1,....,14)

γ corresponde al efecto del késimo período de evaluación (conteos y cortes) (k=1,...,3).

$\tau\gamma$, $\tau\delta$, $\gamma\delta$ y $\tau\gamma\delta$ corresponden a las interacciones simples y dobles de los efectos principales.

ε corresponde al error experimental.

Al repetirse las medidas en el tiempo sobre las mismas unidades experimentales, pueden existir correlaciones experimentales entre éstas, esto es

debido a que medidas más cercanas en el tiempo sean más parecidas entre sí que medidas más distanciadas. Para considerar estas asociaciones en el modelo, los datos fueron estudiados por análisis de medidas repetidas.

3.6.1. Dinámica poblacional.

Para el análisis de los datos se realizaron MANOVA para medidas repetidas en el tiempo usando el procedimiento PROC-MIXED del programa estadístico SAS. Cuando se detectaron efectos o interacciones significativas se realizaron los contrastes correspondientes según test de Tukey. Las variables medidas para este análisis fue el número de macollas y plantas por metro cuadrado de cada uno de los componentes de la mezcla, incluyendo malezas.

3.6.2. Rendimiento de forraje.

Para el análisis de los datos se realizaron MANOVA para las medidas repetidas en el tiempo usando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS. Cuando se detectaron efectos o interacciones significativas se realizaron los contrastes correspondientes. La variable estudiada para cada componente de la mezcla y el total para cada una de las mezclas fue la producción de forraje, expresada en kilogramos de materia seca por hectárea (kg. MS/ha).

3.6.3. Análisis de Regresión y Correlación.

Por último se llevó acabo un análisis de regresión y correlación conjunto en el tiempo entre densidades y peso de macollos de cada gramínea y la producción acumulada de los tratamientos en los que fueron incluidos.

3.7. DETERMINACIONES EXPERIMENTALES.

3.7.1. Dinámica de la implantación.

Las primeras determinaciones realizadas fueron los conteos de emergencia de plántulas y malezas llevada a cabo los días: 19/5; 28/5; 7/6 y 17/6 (a los 11, 20, 30 y 40 días posteriores a la siembra). Dicho conteo fue medido sobre un metro lineal de surco, con tres repeticiones por parcela.

Para determinar la implantación se tomó como dato el número de plantas por metro cuadrado a los 40 días post-siembra. A dicho valor se lo dividió entre el número de semillas viables sembradas por metro cuadrado obteniendo de esta forma el porcentaje de implantación para cada componente de los diferentes tratamientos.

3.7.2. Dinámica del macollaje

Se determinó el número de macollos medidos en tres metros lineales por parcela realizado los días: 14/8, 3/9, 21/10 y 15/11 (98, 118, 166 y 191 días posteriores a la siembra). A los efectos de su presentación, los datos fueron llevados a número de plantas y número de macollos por metro cuadrado.

3.7.3. Rendimiento de forraje.

Los cortes se realizaron de forma mecánica, cuando el cultivar acumuló una cantidad de forraje asimilable a un pastoreo (aproximadamente 20 cm. de altura). Se utilizaron cuadrados de 0.3 x 0.3 metros, haciéndose dos determinaciones por parcela. Se cortó con tijera a 2 cm. del suelo y luego se retiró la masa de forraje resultante de todas las parcelas.

Se realizaron cuatro cortes para los cultivos puros de cebada, trigo, avena y triticale (tratamientos 1, 2, 5 y 14): el primer corte el 17 de junio (40 días post-siembra), el segundo corte el 12 de agosto, (96 días post-siembra), el tercero el 24 de septiembre, (139 días post-siembra) y el cuarto corte el 16 de noviembre, (192 días post-siembra).

Se realizaron tres cortes para el resto de los tratamientos (3;4;6;7;8;9;10;11;12;13): el primer corte el 12 de agosto, (96 días post-siembra), el segundo el 24 de septiembre, (139 días post-siembra) y el tercer corte el 16 de noviembre, (192 días post-siembra).

Las fechas de siembra, refertilizaciones, conteos de emergencias de plantas y macollos, cortes, así como otros manejos realizados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 22. Calendario de actividades.

FECHA	TRABAJO	DIAS POST-SIEMBRA
8/5/99	Siembra de todos los tratamientos	0
19/5/99	Primer conteo de emergencias de plántulas y malezas.	11
28/5/99	Segundo conteo de emergencias de plántulas y malezas.	20
7/6/99	Tercer conteo de emergencias de plántulas y malezas.	30
17/6/99	Primer corte de forraje para los tratamientos 1, 2, 5 y 14.	40
17/6/99	Cuarto conteo de emergencias de plántulas y malezas.	40
15/7/99	Aplicación de insecticida.	68
23/7/99	Control mecánico de malezas	76
12/8/99	Segundo corte y refertilización para todos los tratamientos.	96
14/8/99	Primer conteo de macollos.	98
3/9/99	Segundo conteo de macollos.	118
24/9/99	Tercer corte y refertilización para todos los tratamientos.	139
26/9/99	Control químico de malezas.	141
21/10/99	Tercer conteo de macollos.	166
15/11/99	Cuarto conteo de macollos.	191
16/11/99	Cuarto corte y refertilización para todos los tratamientos.	192

3.8. DETERMINACIONES DE LABORATORIO.

Sobre las muestras tomadas de cada parcela se realizó el análisis de composición botánica. Cada componente de cada tratamiento (especie y/o variedad) se pesó por separado (incluso malezas) y luego se llevó a estufa a 70 °C, durante tres días, determinándose luego el peso seco. Los resultados de materia seca se transformaron a kilogramos por hectárea.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL TRABAJO.

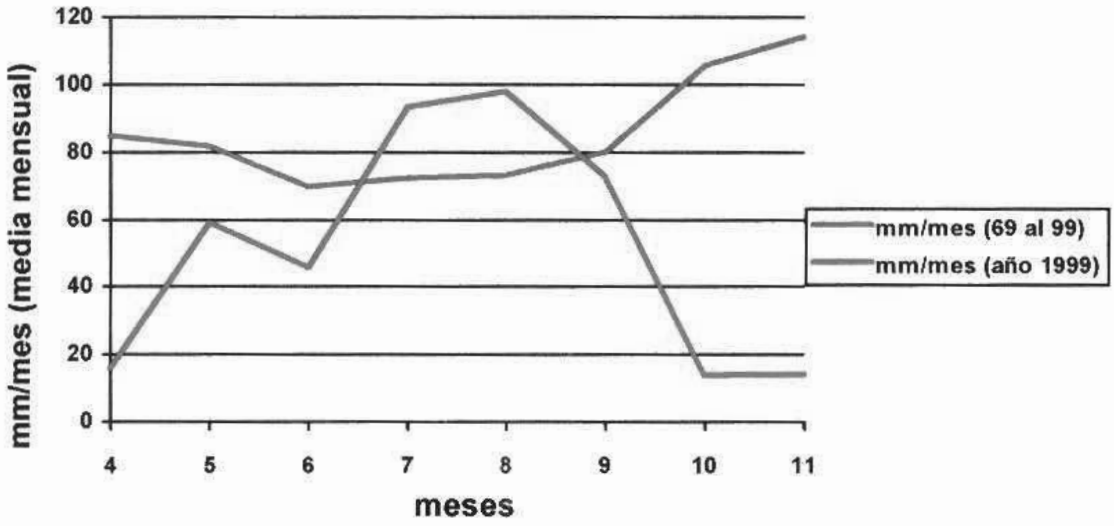
Las condiciones climáticas para el desarrollo de los cultivos fueron favorables no presentándose problemas serios de enfermedades foliares.

La temperatura media diaria para el año 1999 fue similar al promedio climático. Con respecto a las precipitaciones, el ensayo se inició con valores menores a la media nacional, luego fueron mayores al promedio definiendo condiciones más húmedas y propicias para el crecimiento de los verdeos. A partir de setiembre en adelante comenzaron a registrarse valores menores que fueron acentuándose más hacia fin del '99 y que marcaron el inicio de la seca 1999-2000.

El agua disponible en el suelo disminuyó a partir de setiembre en adelante como consecuencia de la disminución de las precipitaciones, lo que repercutió en el desarrollo de los verdeos acelerando el ciclo reproductivo.

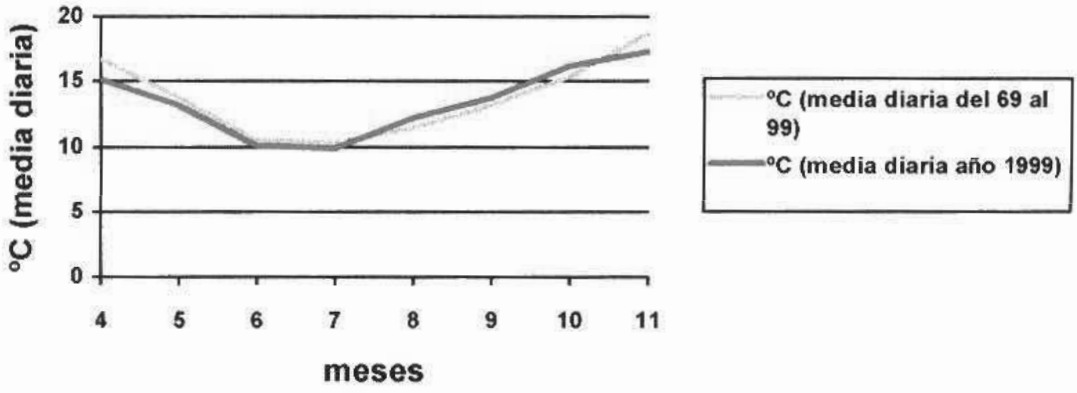
La precipitaciones y temperaturas medias mensuales como también el Balance Agua disponible entre abril y noviembre de 1999 e históricas se presentan en los cuadros N° 7, 8 y 9.

Cuadro 7. Precipitaciones medias mensuales históricas y para el año 1999.



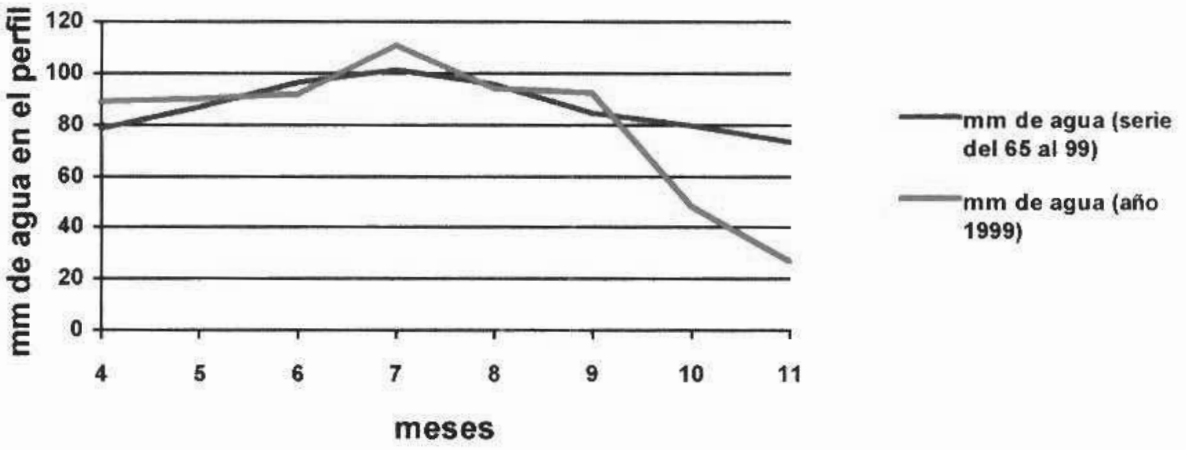
Fuente: INIA La Estanzuela.

Cuadro 8. Temperatura media diaria para la serie histórica de 1969 al 1999 y para el año 1999.



Fuente: INIA La Estanzuela.

Cuadro 9. Balance Agua Disponible en una lámina de suelo de 60 cms. de profundidad con capacidad de campo de 114,8 mm. para la serie de años del '69 al '99 y para el año 1999.



Fuente: INIA La Estanzuela.

4.2. DINÁMICA DE LA IMPLANTACIÓN.

Para comparar las densidades poblacionales durante el establecimiento para los distintos tratamientos y sus componentes se realizó un ANOVA de las medias poblacionales de cada componente de los tratamientos en el tiempo. Cuando existieron interacciones significativas se hicieron los contrastes correspondientes.

Tabla 23. Resultados de ANOVAS del número de plantas promedio para los diferentes componentes de cada tratamiento (verdeos puros y mezclas).

Fuente de variación	Cebada	Trigo	RG cv Cetus	RG cv Titán	Avena cv Polaris	Avena cv Tucana	Triticale
Tratamiento	NS	*	*	*	*	*	NS
Fecha de conteo	*	*	*	*	*	*	*
Trat. x fecha de conteo	*	*	*	*	*	*	*

NS = no significativo
* = $P < 0.05$

Existió una interacción significativa entre fecha de conteo y tratamiento para todos los cultivares , lo que indica que para los diferentes verdeos la fecha de conteo afectó el número de plantas detectadas en cada tratamiento. Esto es claro cuando se tiene en cuenta que para la mayoría de los tratamientos existieron diferencias significativas entre el número total de plantas detectadas a los 10 días post-siembra y el último conteo (implantación inicial). Si se considera fijo en el tiempo el efecto mezcla, se observan variaciones dentro de una misma mezcla. Eso determinó que el incremento en densidad total se produjo en base a diferencias en la dinámica poblacional de los componentes en el tiempo.

Tabla 24. Número de plantas por metro cuadrado para los cuatro conteos.

		Conteo Nº.	1	2	3	4
		Fecha de conteo	19-May	28-May	07-Jun	17-Jun
		Días post-siembra	11	20	30	40
Trat.	Especie	Variedad	Número de plantas por metro cuadrado			
1	Cebada	FNC-1	**104a**	**101a**	**144b**	**160b**
2	Trigo	Buck Charrúa	**87a**	**63a**	**101b**	**120c**
3	Raigrás	INIA Cetus	**150a**	**127b**	**181c**	**234d**
4	Raigrás	INIA Titán	**49a**	**133b**	**179c**	**179c**
5	Avena	INIA Polaris	**46a**	**95b**	**167c**	**192c**
6	Raigrás	INIA Cetus	144	144	260	279
	Avena	INIA Polaris	53	57	116	162
	TOTAL		**197a**	**201b**	**376c**	**441d**
7	Raigrás	INIA Titán	51	76	141	213
	Avena	INIA Polaris	40	47	87	165
	TOTAL		**91a**	**123b**	**228c**	**378d**
8	Raigrás	INIA Cetus	127	180	275	258
	Avena	INIA Polaris	28	55	42	55
	Trigo	Buck Charrúa	26	44	74	44
	TOTAL		**181a**	**279b**	**391c**	**357c**
9	Raigrás	INIA Cetus	114	122	239	255
	Avena	INIA Polaris	25	59	63	76
	Trigo	Buck Charrúa	28	47	55	63
	Cebada	FNC-1	42	46	82	59
	TOTAL		**209a**	**274b**	**439c**	**453c**
10	Raigrás	INIA Cetus	110	112	232	230
	Avena	INIA Polaris	36	44	53	173
	Avena	INIA Tucana	32	17	49	143
	TOTAL		**178a**	**173a**	**334c**	**546d**
11	Raigrás	INIA Cetus	245	215	327	352
	Triticale	INIA Caracé	44	78	101	129
	TOTAL		**289a**	**293b**	**428c**	**481d**
12	Raigrás	INIA Cetus	139	160	304	236
	Avena	INIA Polaris	44	67	65	82
	Cebada	FNC-1	63	76	93	70
	TOTAL		**246a**	**303b**	**462c**	**388d**
13	Raigrás	INIA Cetus	150	106	285	226
	Trigo	Buck Charrúa	78	40	82	91
	TOTAL		**228a**	**146b**	**367c**	**317c**
14	Triticale	INIA Caracé	**68a**	**87a**	**133b**	**139b**

Los valores de densidad poblacional en una misma fila seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

En la *Tabla 24* se presenta el número de plantas/m^2 para los cuatro conteos. En general se observaron emergencias escalonadas de plántulas para todas las especies y/o variedades involucradas en el ensayo, dado por un aumento en los conteos de plantas de todos los tratamientos principalmente desde los 20 hasta los 30 días post-siembra. El aumento en los conteos se debió fundamentalmente a que se sembró con baja disponibilidad de agua en el suelo, dando como resultado bajas emergencias iniciales. A su vez las precipitaciones fueron poco frecuentes y de escasa magnitud luego de la siembra, lo que determinó probablemente las emergencias escalonadas.

El principal componente de las mezclas que más contribuyó en ese aumento fue el raigrás Cetus, quien en algunos tratamiento aumentó más del doble su población del segundo al tercer conteo de plantas.

En general los dos cultivares de raigrás fueron quienes tuvieron los mayores registros de plantas en el segundo, tercer y cuarto conteo en todos los tratamientos: simples, binarios y complejos; logrando de esta forma el mayor número de plantas a los cuarenta días post-siembra.

Trigo, cebada, avena Polaris y triticale tuvieron menor número de plantas en general para los cuatro conteos estando en mezclas en comparación con los cultivos puros. A su vez, en mezclas complejas tuvieron en general menor número de plantas que en binarias. Esto se puede explicar debido al mayor estrés al que son sometidas dichas especies cuando se los mezcla con otras de similar ciclo productivo, determinando así mayor competencia por luz y nutrientes.

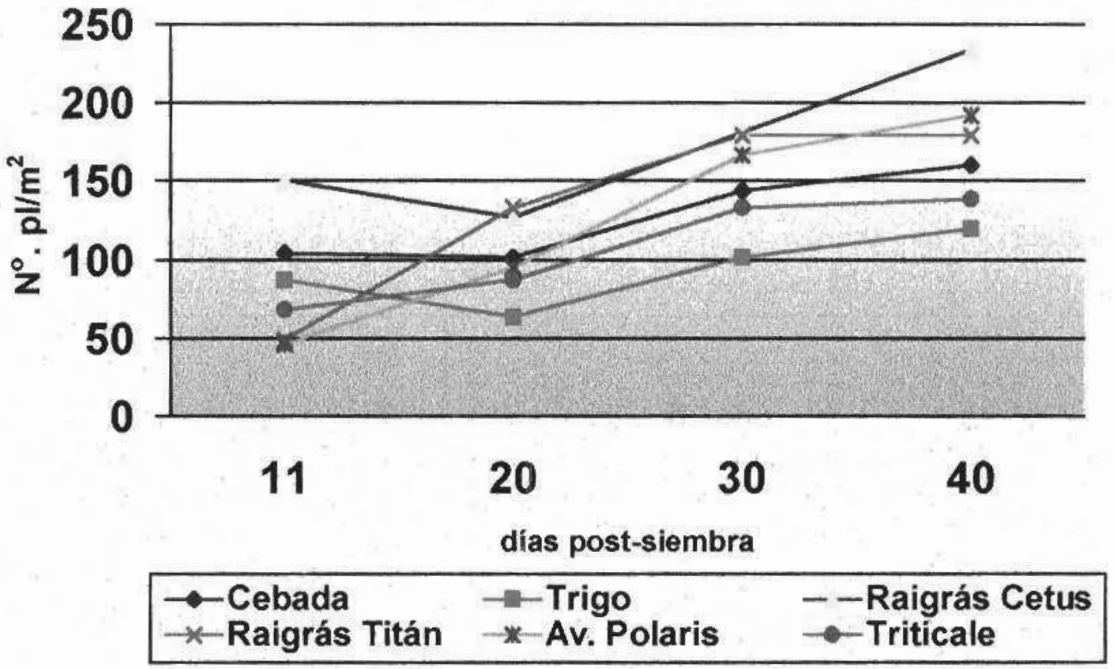
En el cuarto conteo de plantas, la avena, el trigo y la cebada mostraron los menores valores de emergencia en general para los tratamientos complejos con valores inferiores a las 100 plantas por metro cuadrado. Los demás tratamientos sobrepasaron estas densidades.

4.2.1. Verdeos puros.

La emergencia de plantas de trigo, cebada y avena obtenidos en el trabajo fueron inferiores comparados con los obtenidos por Ahunchaín *et al* (1997), tanto a los 20 como a los 40 días posteriores a la siembra. También fueron menores las emergencias de plantas de raigrás, avena Polaris, avena Tucana y trigo registradas,

comparadas con las obtenidas a los 15 días post-siembra por Gallinal y Scaron (2000), quienes realizaron siembra directa de verdeos el 4/5/98.

Cuadro 10. Dinámica de la implantación para los verdeos puros.



El verdeo en el que las emergencias escalonadas fueron más evidentes fue el raigrás Cetus el cual en los cuatro conteos dio resultados diferentes significativamente (ver *Cuadro 10*). El otro verdeo que también registró emergencias escalonadas fue el trigo que siguió aumentando significativamente a partir del segundo conteo de plantas. Por su parte cebada, avena Polaris, triticale y raigrás Titán evidenciaron incrementos hasta el tercer conteo y luego permanecieron estables, no habiendo diferencias significativas entre los últimos dos conteos de plantas para estas especies.

Las emergencias iniciales de avena Polaris fueron menores que el resto de los verdeos puros. Luego aumentó sucesivamente en los demás conteos, logrando mayor número de plantas que cebada, trigo, triticale y raigrás Titán a los 40 días post-siembra (ver *Cuadro 10*). Por su parte, avena Tucana que se encontraba en mezcla compleja en el tratamiento 10 junto con avena Polaris y raigrás Cetus,

registró menor población de plantas que avena Polaris pura, pero en el tratamiento 10 ambas tuvieron similar comportamiento y conteos de plantas. Estos resultados se deberían a que la semilla de avena tiene una cubierta externa más gruesa, que le impidió lograr una buena germinación inicial por la baja humedad existente en el suelo al momento de la siembra. Las germinaciones de cebada, trigo y triticale fueron mejores a los 10 días post-siembra con la misma humedad en el suelo.

Datos obtenidos por Juncal y Terzachi (1979) en siembras de avena 1095a realizadas el 6/5 revelaron poblaciones promedio de 336 plantas/m^2 entre los 20 y 30 días post-siembra.

Olazabal y Suburú (1985), en siembra de trigo realizada el 1/6 reportaron valores promedio de 165 plantas/m^2 (55 % de implantación) a los 30 días post-siembra.

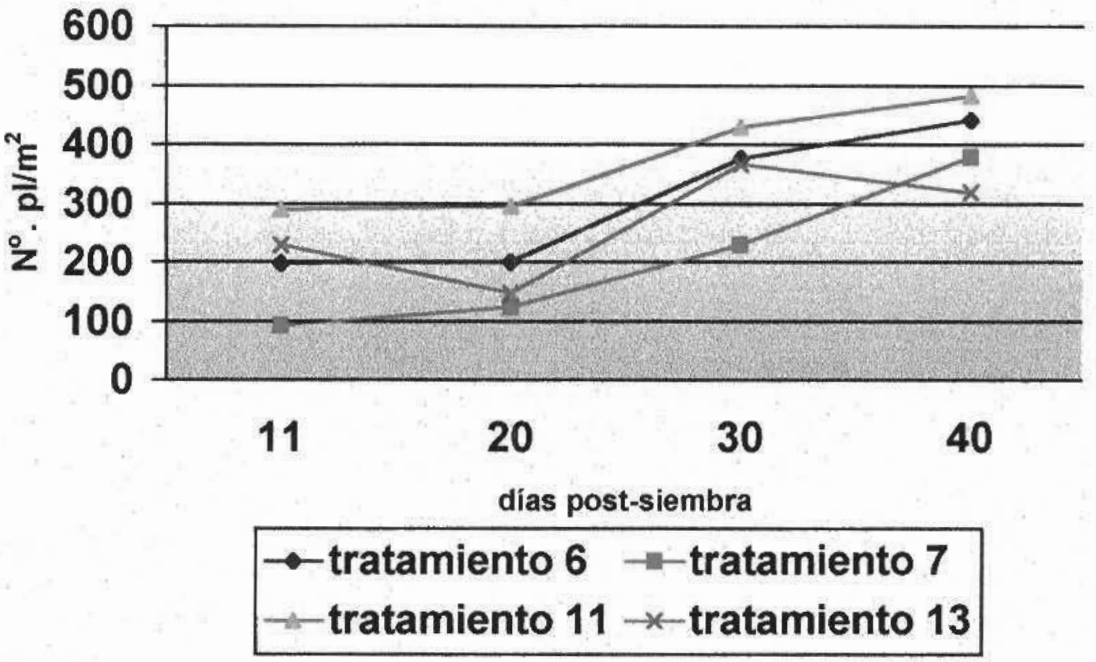
En general para cebada las densidades de 150 a 220 pl/m^2 son recomendadas para alcanzar los rendimientos óptimos para grano (Hoffman, 1995). Para el caso de FNC-1 estos rangos varían entre 200 y 220 pl/m^2.

En cuanto a la dinámica poblacional evidenciada por cada verdeo se diferencian el raigrás Cetus y trigo de los demás verdeos puros debido a que estos siguen mostrando emergencias de plántulas hasta el cuarto conteo. En cambio raigrás Titán, cebada, avena Polaris y triticale a partir del tercer conteo no tuvieron aumentos significativos de emergencias de plántulas (ver *Tabla 24*).

Los resultados obtenidos en este trabajo en cuanto a número de plantas/m^2 en diferentes fechas de conteo, fueron en general inferiores a los reportados por estos autores como consecuencia de fallas en la implantación.

4.2.2. Mezclas binarias.

Cuadro 11. Dinámica de la implantación para las mezclas binarias.

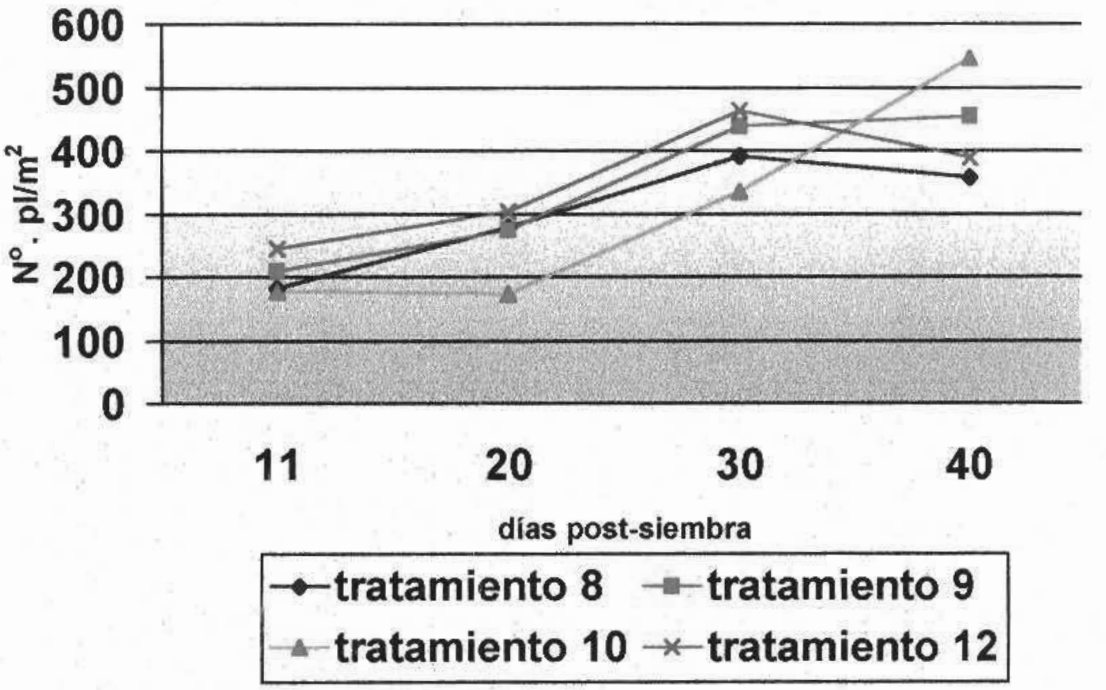


Comparando el número de plantas/m^2 total de las mezclas binarias, se observó que al igual que en los verdeos puros, fue incrementándose el número total de plantas en forma escalonada a medida que transcurrió el tiempo (ver *Cuadro 11*). El tratamiento binario que registró los mayores valores de plantas/m^2 en el transcurso de los diferentes conteos fue el tratamiento 11 compuesto por raigrás Cetus más triticale.

El aumento de la densidad de plantas de raigrás fue la que más contribuyó al aumento de la densidad de plántulas de las mezclas binarias (ver *Tabla 24*).

4.2.3. Mezclas complejas.

Cuadro 12. Dinámica de la implantación para las mezclas complejas.



En mezclas complejas al igual que en verdeos puros y mezclas binarias también se observó un incremento en el número total de plantas/m^2 en el tiempo (ver *Cuadro 12*). Dicho incremento se observó hasta el tercer conteo para los tratamientos 8, 9 y 12, mientras que para el tratamiento 10 este incremento continuó significativamente hasta el último conteo (17 de junio).

En el tratamiento 10 hubo un aumento significativo del segundo al tercer conteo explicado por el aumento en la densidad de plantas de raigrás Cetus. Del tercer al cuarto conteo también existió un aumento significativo en este tratamiento y fue el aumento de la densidad de plántulas de avena Polaris y Tucana las que explicaron las diferencias, ya que el número de plantas de raigrás Cetus se mantuvo estable en este período (ver *Tabla 24*).

El componente de las mezclas que más contribuyó a las emergencias escalonadas fue el raigrás Cetus cuya densidad aumentó el doble del segundo al tercer conteo en la mayoría de los tratamientos en mezclas.

4.3. IMPLANTACIÓN.

Tabla 25. Porcentaje de implantación y número de plantas/m² para cada tratamiento a los 40 días post-siembra.

Tratamiento	*Especie*	*Variedad*	*Nº plantas/m² (40 días)*	*% Imp.*
1	Cebada	FNC-1	**160a**	**50**
2	Trigo	Buck Charrúa	**120b**	**46**
3	Raigrás	INIA Cetus	**234c**	**34**
4	Raigrás	INIA Titán	**179ac**	**39**
5	Avena	INIA Polaris	**192c**	**64**
6	Raigrás	INIA Cetus	279c	41
	Avena	INIA Polaris	162a	80
	Total		**441d**	**49**
7	Raigrás	INIA Titán	213ac	46
	Avena	INIA Polaris	165a	82
	Total		**378d**	**57**
8	Raigrás	INIA Cetus	258c	38
	Avena	INIA Polaris	55f	27
	Trigo	Buck Charrúa	44f	25
	Total		**357d**	**34**
9	Raigrás	INIA Cetus	255c	37
	Avena	INIA Polaris	76f	38
	Trigo	Buck Charrúa	63f	36
	Cebada	FNC-1	59f	28
	Total		**453d**	**36**
10	Raigrás	INIA Cetus	230c	34
	Avena	INIA Polaris	173a	86
	Avena	INIA Tucana	143a	62
	Total		**546e**	**49**
11	Raigrás	INIA Cetus	352c	51
	Triticale	INIA Caracé	129b	60
	Total		**481de**	**54**
12	Raigrás	INIA Cetus	236c	34
	Avena	INIA Polaris	82f	41
	Cebada	FNC-1	70f	33
	Total		**388d**	**35**
13	Raigrás	INIA Cetus	226c	33
	Trigo	Buck Charrúa	91bf	52
	Total		**317d**	**37**
14	Triticale	INIA Caracé	**139b**	**54**

Los valores de densidad poblacional en una misma columna, seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

En la *Tabla 25* se detalla el número de plantas/m^2 y porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para los tratamientos.

En verdeos de invierno es importante considerar la densidad de plantas a lograr teniendo en cuenta el ambiente, la especie y el cultivar elegido. Experiencias realizadas en la E.E.A. Marcos Juárez en una zona húmeda y en un ambiente semiárido (centro sur de Córdoba, Argentina) reflejaron que la mayor productividad para trigo, triticale, cebada, avena y raigrás se logra con 250 y 180 plantas por metro cuadrado respectivamente. No obstante, no son convenientes recomendaciones rígidas, debiendo compatibilizarse la densidad con la aptitud del suelo, fertilidad y agua acumulada, como también la especie, cultivar y calidad de semilla (Amigone *et al* 1996).

En 1999, en ensayos de trigo realizado en el INIA La Estanzuela en siembras de mediados de mayo, se obtuvo un 70% promedio de implantación (Caffarel, com. pers. 2000).

El porcentaje de implantación para verdeos de invierno varía de 80 a 90% según Rebuffo (com. pers. 2000). Dicho valor dependerá de varios factores como por ejemplo: especie, humedad del suelo, profundidad y homogeneidad de siembra, método de siembra, densidad, características de las semillas (pureza, germinación, peso de 1000 semillas), especies que componen la mezcla y problemas relacionados con insectos (Ej: isoca y pulgón).

Según Hoffman (1995), teniendo en cuenta que la implantación interacciona con la densidad de siembra, para el caso del trigo el porcentaje de implantación sería del orden del 75%. Dicho dato se calculó sobre la base de las semillas viables por metro cuadrado de trigo sembradas (se sembraron 260 semillas viables por m^2.). Esto indicaría entonces que el 46% logrado en el presente trabajo es bajo con relación al potencialmente alcanzable (75%) para trigo en condiciones óptimas para la emergencia. Esta diferencia se explicaría mayormente por la baja disponibilidad de agua en el suelo a la hora de la siembra. Este factor fue el principal en afectar la implantación para todas las especies y todos los tratamientos.

Especies como trigo en el cual el grano no presenta cubierta, es más sensible a la humedad del suelo para germinar comparado con avena que tiene cubierta seminal, la cual precisa mayor humedad. A igual contenido de agua en el

suelo, el trigo germina en mayor porcentaje, pero es posible que si nacen, las plántulas se vean sometidas a condiciones de estrés hídrico que le provoquen la muerte. En cambio la avena no germina con baja humedad en el suelo, por lo que la hace un cultivo más seguro cuando se siembra en seco. Sin embargo estos dos verdeos tuvieron emergencias escalonadas del mismo modo, evidenciando que hubieron otros factores que influyeron en la germinación como por ejemplo agua disponible en el suelo.

Por su parte el raigrás que tiene una semilla más pequeña que las mencionadas, puede ver enlentecida su germinación si se siembra a igual profundidad que trigo o avena, debido a que tiene menor capacidad de absorber agua y con baja humedad no germina, retrasando su implantación. A su vez puede tener mayores problemas con insectos como pulgones que matan las plantas disminuyendo los porcentajes de implantación (Rebuffo, com. pers. 2000).

Los bajos porcentajes de implantación obtenidos en general para todas las especies, se debieron principalmente a problemas de baja disponibilidad de agua en el suelo al momento de la siembra, pudiendo haber existido también problemas en la homogeneidad y profundidad de siembra.

El número de plantas de raigrás Cetus no presentó diferencias significativas a los 40 días post-siembra entre los diferentes tratamientos. Es decir que obtuvo similar número de plantas en las mezclas en comparación al verdeo puro. Lo mismo aconteció con raigrás Titán, el cual no mostró diferencias significativas entre el verdeo puro y el tratamiento 7 en el cual se encuentra asociado con avena Polaris. Esto significa que el haber asociado los cultivares de raigrás en diferentes mezclas con otras especies, no les causó efectos depresivos en su población de plantas. Es de hacer notar que raigrás Cetus tuvo el más alto porcentaje de implantación en la mezcla con triticale (tratamiento 11). Esto podría atribuirse al hecho de que las diferencias parten desde el primer conteo, donde en este tratamiento el raigrás es mayor a los demás tratamientos en emergencia inicial, manteniendo las diferencias logrando un alto porcentaje de implantación.

Por su parte raigrás Titán mostró un leve aumento en su implantación cuando se lo asoció con avena Polaris (tratamiento 7), en comparación con el verdeo puro, resultados que no fueron significativamente diferentes desde el punto de vista del número de plantas/m^2 a los cuarenta días post-siembra (ver *Tabla 25*).

En general raigrás Cetus y Titán, en tratamientos puros y binarios tuvieron menores implantaciones comparado con las demás especies en estos tratamientos.

El porcentaje de implantación guarda una relación negativa con densidad de semillas viables por metro cuadrado (Hoffman, 1995). Esta tendencia se observó para avena, trigo y triticale. Al disminuir su densidad de siembra en mezclas binarias, estas especies tienden a elevar el porcentaje de implantación. En cambio en raigrás no podemos afirmar lo mismo, pero se observa que a pesar de no modificarse la densidad de siembra en todas las mezclas en relación al puro, el porcentaje de implantación tampoco se ve disminuido, tendiendo a ser igual o mayor.

El triticale, trigo y avena Polaris, no vieron afectada su implantación en mezclas binarias con raigrás, no evidenciando diferencias con los verdeos puros. En cambio, en mezclas complejas se observó una tendencia diferente que en binarias y puros. En las mezclas complejas, cebada, trigo y avena, obtuvieron menores porcentajes de implantación, esto se debería a un menor número de plantas a los cuarenta días post-siembra en comparación a mezclas binarias y verdeos puros. Estos datos indican que existió competencia temprana entre especies (antes de los cuarenta días) provocando un menor número de plantas.

Los menores datos de implantación obtenidos fueron para trigo y avena Polaris en la mezcla compleja del tratamiento 8, (25 y 27 % respectivamente).

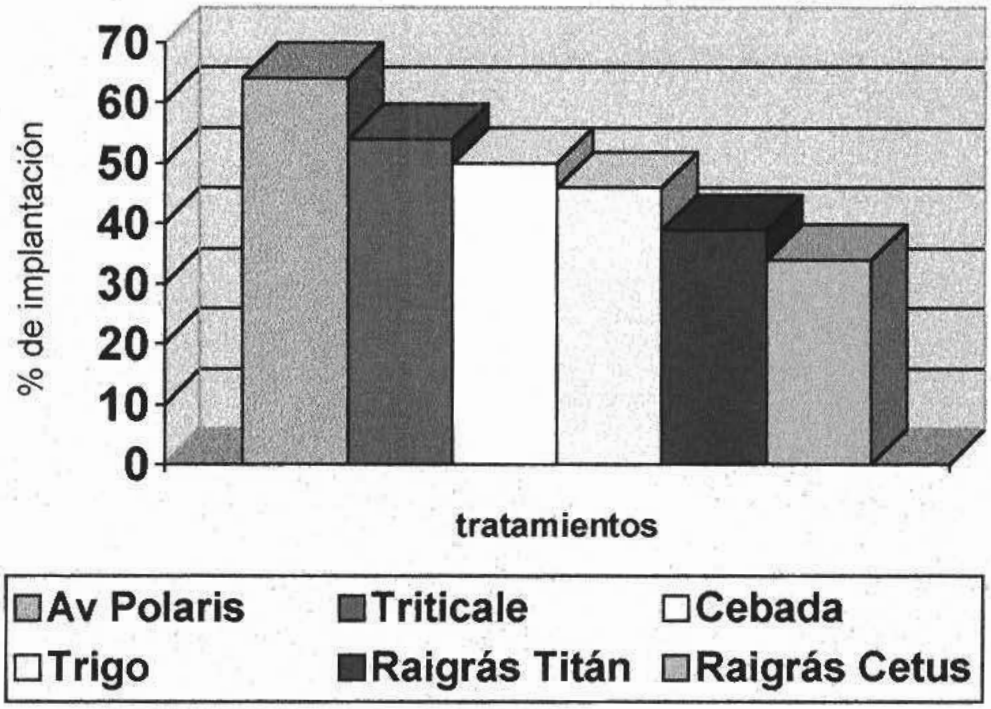
Leguísamo y Urchipía (1992) lograron en siembras puras de trigo de pastoreo un 60 % de implantación a los 36 días post-siembra. Por su parte Olazabal y Suburú (1985) obtuvieron en siembras puras de trigo 55 % de implantación a los 30 días post-siembra.

En primer lugar, los datos obtenidos de implantación en este trabajo son menores comparados con otros autores. En segundo lugar, el raigrás es en general el que tiene los menores porcentajes de implantación. Por su parte el cultivo que tuvo los mayores porcentajes de implantación sembrado puro o en mezcla fue Avena INIA Polaris.

4.3.1. Verdeos puros.

En el *Cuadro 13* se detalla el porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para los verdeos puros. Se observó que el porcentaje de avena Polaris fue el más alto, mientras que los porcentajes más bajos correspondieron a las variedades de raigrás.

Cuadro 13. Porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para los verdeos puros.

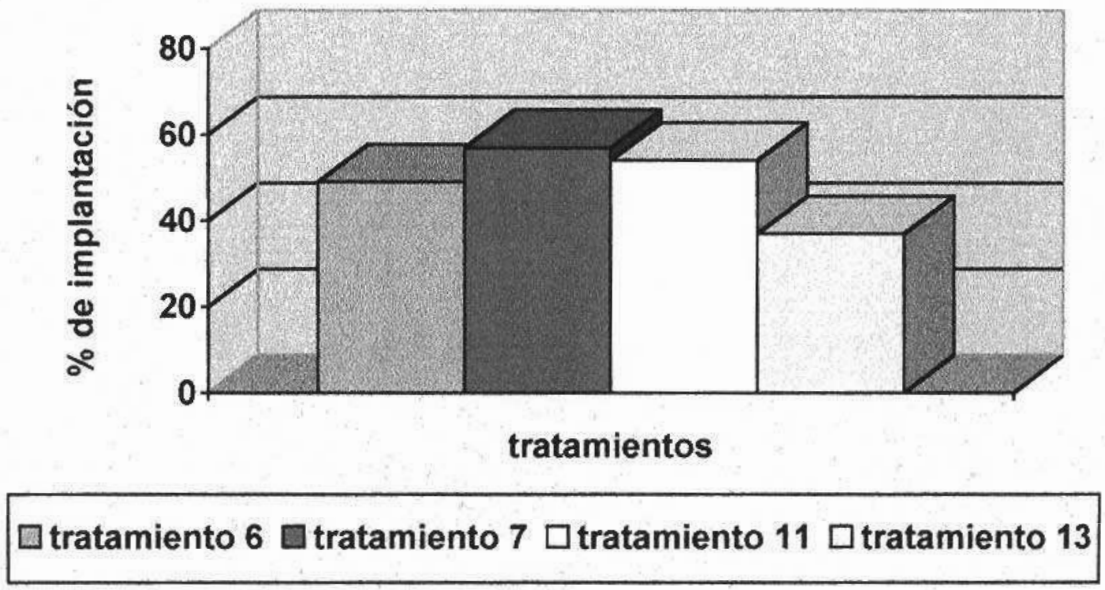


Los datos de densidad de plantas a los 40 días post-siembra de cebada y raigrás Titán fueron similares, no habiendo diferencias significativas entre ambos tratamientos (ver *Tabla 25*). Por su parte tampoco hubo diferencias significativas entre raigrás Titán con Cetus y avena Polaris. A su vez, entre trigo y triticale no se detectaron diferencias significativas en el número de plantas a los 40 días, pero sí fueron diferentes significativamente con los otros tratamientos puros.

En general se observaron 3 grupos según número de plantas a los 40 días post-siembra, donde los mayores registros obtenidos fueron para raigrás Cetus y avena Polaris, datos intermedios para raigrás Titán y cebada y los menores valores fueron para trigo y triticale (ver *Tabla 25*).

4.3.2. Mezclas binarias.

Cuadro 14. Porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para las mezclas binarias.



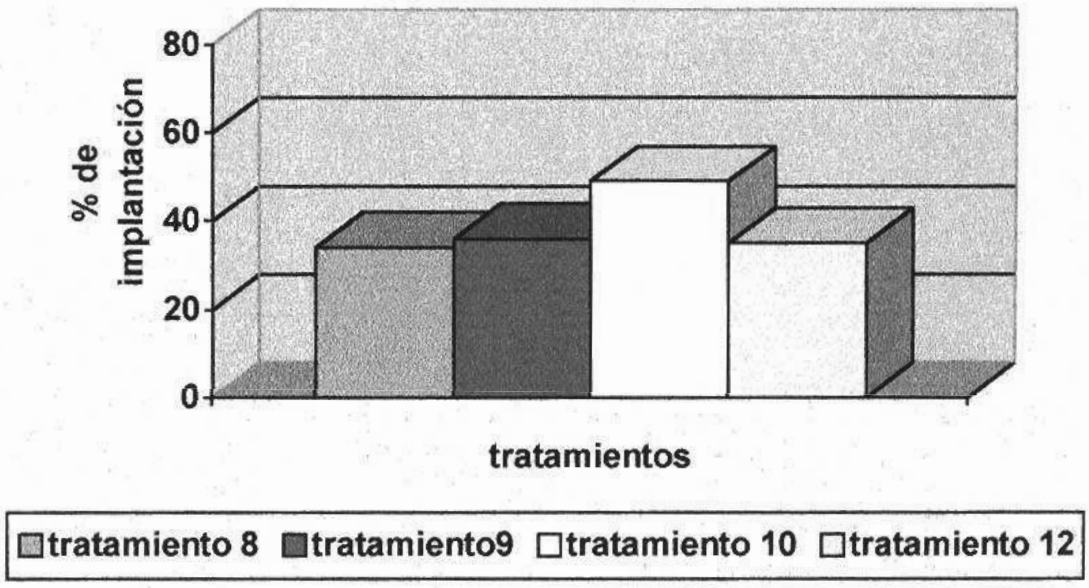
Comparando los datos de plantas/m^2 total a los 40 días post-siembra entre tratamientos binarios, se observó que no existieron diferencias significativas entre los mismos. Sin embargo la mayor densidad de plantas perteneció al tratamiento 11 conformado por raigrás Cetus y triticale (ver *Tabla 25*).

Analizando los datos de cada componente de cada tratamiento binario, se observó que el raigrás Cetus no difirió significativamente en los cuatro tratamientos. Tampoco avena Polaris presentó diferencias significativas entre los tratamientos 6 y 7 en los cuales se encuentra asociada con raigrás Cetus y Titán respectivamente.

Como se observa en la *Tabla 25*, trigo y triticale no difirieron en número de plantas estando puros o en mezclas binarias con raigrás. Estos datos demostraron que la implantación a los cuarenta días post-siembra de avena, trigo, triticale y raigrás en mezclas no fueron afectados significativamente por el cultivo acompañante aún cuando se sembraron a menor densidad.

4.3.3. Mezclas complejas.

Cuadro 15. Porcentaje de implantación a los 40 días post-siembra para las mezclas complejas.



Entre las mezclas complejas 8, 9 y 12 no existió diferencias significativas en el número de plantas totales por metro cuadrado al cuarto conteo (40 días post-siembra), pero sí existió entre estos tratamientos y el tratamiento 10 el cual está compuesto por raigrás Cetus, avena Polaris y Tucana.

La densidad de plantas de un mismo componente en los diferentes tratamientos complejos, no varió significativamente. Esto quiere decir que no hubo un efecto depresivo del número de componente de la mezcla ni tampoco un efecto de las especies acompañantes (ver *Tabla 25*).

4.4. DINÁMICA DEL MACOLLAJE.

Para comparar la dinámica de cambios en la densidad de los macollos para los distintos tratamientos y sus componentes se realizó un ANOVA de la densidad promedio de cada componente de los distintos tratamientos en el tiempo. Cuando existieron interacciones significativas se hicieron los contrastes correspondientes.

Resultados de ANOVAS para el número de macollas en el tiempo para los diferentes componentes de cada tratamiento (verdeos puros y mezclas).

Fuentes de variación	Cebada	Trigo	RG cv Cetus	RG cv Titán	Avena cv Polaris	Avena cv Tucana	Triticale
Tratamiento	*	*	*	*	*	*	*
Fecha de conteo	*	*	*	*	*	*	*
Trat. x fecha de conteo	*	*	*	*	*	*	*

NS = no significativo
* = $P < 0.05$

Las interacciones significativas entre fecha de conteo y tratamiento de verdeo/mezcla indica que la dinámica del macollaje fue diferente entre mezclas tanto entre fechas de conteo, como en una misma fecha.

Tabla 26. Número de macollos por metro cuadrado para los cuatro conteos.

		Días post-siembra	98	118	166	191
Trat.	Especie	Variedad	mac./m2 14-Ago	mac./m2 03-Sep	mac./m2 21-Oct	mac./m2 15-Nov
1	Cebada	FNC-1	**515a**	**493a**	**201b**	**126c**
2	Trigo	Buck Charrúa	**315a**	**373a**	**156b**	**91c**
3	Raigrás	INIA Cetus	**635a**	**681a**	**470b**	**290c**
4	Raigrás	INIA Titán	**594a**	**585a**	**381b**	**293c**
5	Avena	INIA Polaris	**534a**	**557a**	**173b**	**128b**
6	Raigrás	INIA Cetus	397	529	236	306
	Avena	INIA Polaris	215	241	39	15
	TOTAL		**612a**	**770b**	**275c**	**321c**
7	Raigrás	INIA Titán	308	490	178	171
	Avena	INIA Polaris	352	241	62	39
	TOTAL		**660a**	**731a**	**240b**	**210b**
8	Raigrás	INIA Cetus	455	620	207	235
	Avena	INIA Polaris	211	204	45	11
	Trigo	Buck Charrúa	182	143	23	12
	TOTAL		**848a**	**967a**	**275b**	**258b**
9	Raigrás	INIA Cetus	208	316	234	243
	Avena	INIA Polaris	208	142	18	15
	Trigo	Buck Charrúa	185	117	10	11
	Cebada	FNC-1	111	213	32	6
	TOTAL		**712a**	**788a**	**294b**	**275b**
10	Raigrás	INIA Cetus	345	356	276	272
	Avena	INIA Polaris	199	126	43	22
	Avena	INIA Tucana	86	114	12	9
	TOTAL		**630a**	**596b**	**331c**	**303c**
11	Raigrás	INIA Cetus	477	611	492	368
	Triticale	INIA Caracé	157	84	1	1
	TOTAL		**634a**	**695a**	**493b**	**369c**
12	Raigrás	INIA Cetus	313	392	234	269
	Avena	INIA Polaris	180	142	18	16
	Cebada	FNC-1	175	159	20	3
	TOTAL		**668a**	**693a**	**272b**	**288b**
13	Raigrás	INIA Cetus	453	754	381	386
	Trigo	Buck Charrúa	234	179	25	11
	TOTAL		**687a**	**933b**	**406c**	**397c**
14	Triticale	INIA Caracé	**285a**	**200b**	**18c**	**18c**

Los valores de densidad de macollos en una misma fila seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre si ($P < 0.05$).

El número de macollos por unidad de superficie es el primer componente del rendimiento de forraje. Si se cuentan los macollos de una superficie determinada, se obtiene un pronóstico de la población válido sólo para ese momento, debido a la dinámica en que se encuentran, como consecuencia de las diferentes velocidades de aparición y mortalidad de las mismas (Carámbula, 1977).

Los registros obtenidos de número de macollos por metro cuadrado para trigo, cebada y avena fueron menores en comparación con los reportados por Ahunchaín *et al* (1997) y también menores a los encontrados por Hoffman (1996) para cebada. Una explicación de la baja población obtenida, pudo deberse a el menor número inicial de plantas comparado con estos autores, por ejemplo Ahunchaín *et al* (1997) parte con rangos de implantación de 200 a 300 plantas por metro cuadrado tanto para trigo, cebada y avena. Por otro lado las diferencias obtenidas en población de macollos para cebada con Hoffman (1996), pueden explicarse debido a diferencias en la época de siembra, ya que este autor maneja fechas óptimas para producción de grano (junio-julio), mientras en este trabajo la siembra fue realizada en mayo, donde las temperaturas son mayores. Esto pudo determinar un crecimiento excesivo en etapas tempranas de desarrollo (40 a 60 días), que causó altos niveles de competencia provocando mayor diferencia entre tallos, generando así mortalidad de los mismos y disminución de la población total en el conteo siguiente.

Tanto Hoffman (1996) como Ahunchaín *et al* (1997), lograron el mayor número de macollos entre los 40 a 60 días post-siembra, variando estos valores en el eje de los 600 a 800 macollos por metro cuadrado. En cambio en este trabajo las mayores poblaciones de macollos se dieron entre los 100 a 120 días post-siembra (mediados de agosto y principios de setiembre), dándose una disminución de los mismos hacia octubre y noviembre en general para todos las especies, tanto en tratamientos puros, binarios y complejos. Es importante tener en cuenta que aquí se realizó el primer conteo de macollos a los 98 días post-siembra (14/8). Probablemente de haber hecho conteos en fechas anteriores, se habrían registrado mayores números de macollos comparado a los de esta fecha.

A lo largo del período experimental se observó que el número total de macollos se redujo en la mayoría de los tratamientos. Esa disminución se dio principalmente del segundo al tercer conteo (3/9 al 21/10) en todos los tratamientos para todas las especies y/o variedades.

La capacidad de macollaje de todas las especies en todos los tratamientos disminuyó a medida que transcurrieron los conteos, debido posiblemente al ciclo natural de las especies y acentuado por factores ambientales extremos que influyeron directamente en la sobrevivencia de macollos (sequía 1999/00). Con respecto al ciclo natural de las especies, al pasar la pastura al estado reproductivo hay un descenso en la población de macollos. Hay varias explicaciones para este fenómeno: el tallo compite por los nutrientes disponibles y previene el desarrollo de las yemas o puede deberse también a dominancia apical (Langer, 1958; Davies *et al*, 1972; Jewies, 1972; citados por García 1997).

Las causas que condujeron a esa disminución en la población de macollos serían atribuibles además de factores ambientales adversos, a competencia por luz, nutrientes y cambios en los estados de desarrollo de las plantas. El pasaje de estado vegetativo a reproductivo establece una competencia donde existe mortalidad de algunas macollas al inhibirse su crecimiento. Por su parte, cuando hay un elevado crecimiento (puro o en mezcla), existe competencia por luz y nutrientes que determinan que el proceso de macollaje se vea limitado como consecuencia de cambios en la calidad de la luz (relación rojo-rojo lejano). Cuando las plantas crecen a la sombra, reciben una baja relación de radiación luz rojo-rojo lejano, las plantas usan más de su energía en elevar el ápice del tallo hacia la parte superior del forraje en relación a cuando crecen en un ambiente sin sombra, retardando simultáneamente la ramificación de tallos (Olano, 1994).

El número de macollos de las mezclas fue mayor en general durante el período experimental comparado con los verdeos puros. Las densidades de macollos de los tratamientos mezclas, al tener raigrás como uno de los componentes, fueron altos a lo largo de todos los conteos. Dentro de las mezclas, fueron las binarias en general las que mantuvieron más alta la población de macollos en el transcurso del tiempo, ya que el raigrás logró mayor número de macollos en mezclas binarias que en complejas (ver *Tabla 26*).

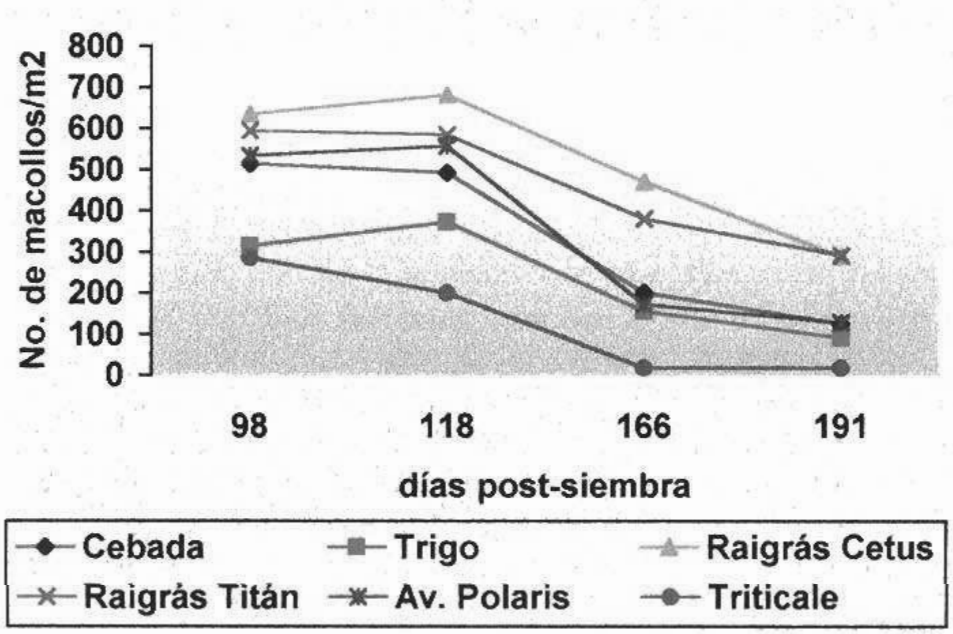
Al igual que lo observado en dinámica de la implantación, a medida que aumenta el número de componentes en la mezcla, menor número de individuos de cada componente. Eso se muestra claro en las especies como trigo, cebada, triticale, avena Polaris y raigrás Titán. A su vez, encontrándose asociados con otras especies, disminuyeron en mayor grado la población hacia los dos últimos conteos. Sin embargo, raigrás Cetus no mostró un patrón tan claro con respecto a ese comportamiento, de todas formas existió una tendencia a la disminución de su

población de macollos a medida que aumentó el número de integrantes de las mezclas y a medida que transcurrió el tiempo. Esto estaría explicado, en primer lugar, a que cuando están en mezclas, parten con menor número de plantas a los cuarenta días, determinando que en etapas posteriores tengan menores macollos por superficie. En segundo lugar, cuando estas especies se encuentran asociadas en mezclas, la competencia que se establece provoca el aceleramiento y acortamiento del ciclo, determinando mayor diferencia de tamaño entre macollos y consecuentemente mayor mortalidad de los mismos hacia octubre y noviembre.

4.4.1. Verdeos puros.

En el *Cuadro 16* se detalla la dinámica del macollaje para los verdeos puros. Se observó un marcado descenso en el transcurso del tiempo.

Cuadro 16. Dinámica del macollaje para los verdeos puros.



Ahunchaín *et al* (1997), registró a los 100 días post-siembra, en siembras realizadas el 15/5, densidades promedio para avena 1095A de 655 mac/m^2, para trigos de 456 mac/m^2, y para cebadas de 570 mac/m^2, donde el macollaje se dio entre los 40 y 60 días post-siembra siendo el pico máximo de macollos a los 60 días para las 3 especies. Luego del pico se observó una marcada disminución de la

población de macollos que los autores lo atribuyen a la dominancia apical y competencia fundamentalmente por luz.

Con respecto a la avena, Juncal y Terzachi (1979), en siembras del 6/5, observaron 1024 mac/m^2 para 1095A a los 60 días post-siembra.

Jones (1991), trabajando con diferentes variedades de trigo, encontró que el pico de macollaje se produjo entre los 50 y 60 días post-siembra con una densidad de 780 a 1400 mac/m^2. Por su parte Olazábal y Suburú (1985), encontraron en promedio 1146 mac/m^2 a los 100 días post-siembra con 300 semillas viables/m^2 sembradas el 1/6.

Según Hoffman (1995), la cebada FNC-I pertenece al grupo II de la clasificación de los cultivares de cebada, pudiendo alcanzar una densidad de aproximadamente 1000 mac/m^2, entre los cuarenta y sesenta días post-emergencia.

En general los datos de densidad de macollos reportados por la bibliografía para las diferentes especies son mayores a los registrados en este trabajo. Además, el pico de macollaje se dio antes de los 100 días post-siembra para la mayoría de los trabajos descriptos, lo que no podemos afirmar que haya ocurrido en este ensayo, ya que no hubieron mediciones entre los 40 y 100 días post-siembra.

Los verdeos puros de cebada, trigo, raigrás Cetus y Titán mostraron similar comportamiento en la evolución de la población de macollos en el transcurso del tiempo. La población de macollos de dichas especies tendió a disminuir a medida que transcurrieron los ciclos. Fue parecido el número de macollos en los dos primeros conteos y luego al tercer y cuarto conteo disminuyeron su población total. Avena Polaris también mostró ese comportamiento, excepto que no tuvo diferencia significativa en la población de macollos entre los dos últimos conteos. La población total de macollos de triticale también disminuyó significativamente del primer al tercer conteo, siendo notorio el descenso de macollos del segundo al tercer conteo (ver *Cuadro 16*).

Las mayores poblaciones de macollos en los cuatro conteos fueron observadas para las dos variedades de raigrás: Cetus y Titán respectivamente, seguidos por avena Polaris y cebada, correspondiendo las más bajas poblaciones para trigo y triticale. Artola (1972), en raigrás LE 284 registró en promedio 1236 mac./m^2, mientras que en este trabajo el mayor registro para raigrás Cetus fue de 681 mac./m^2. Por su parte para triticale INIA Caracé, Bemhaja (1996), obtuvo en

promedio 1380 mac./m^2 a los 70 días post-siembra, mientras que en este trabajo no se superaron los 285 mac./m^2.

La población de macollos de triticale fue la que mostró una mayor reducción en la población de macollos hacia setiembre-octubre, acompañado en menor medida por avena, cebada y trigo en ese orden, lo cual deja en clara evidencia la mayor precocidad en el ciclo de estos cultivos frente al raigrás y a su vez entre ellos. El número de macollos de triticale bajó abruptamente a partir de los 100 días posteriores a la siembra. Se pudo deber a que ya había comenzado la etapa reproductiva levantando su ápice, y que al ser decapitado por el corte, produjo muerte de macollos provocando la disminución de la población total.

El número de macollos de raigrás Cetus tanto en el verdeo puro como en mezclas binarias y complejas, fue más alto y estable en todos los conteos con respecto a las otras especies, mostrando disminuciones menores en su población total de macollos. En el primer conteo logró mayor número de macollos en el verdeo puro que estando asociado, a su vez en mezclas binarias alcanza mayor población que en complejas. Esa relación no se mantuvo exactamente igual para los otros conteos. Los menores conteos de macollos se registraron en las mezclas complejas cuando están presentes especies como cebada y avena compitiendo por espacio, luz y nutrientes. Esta competencia fue posterior a los 40 días post-siembra, debido que hasta esa fecha no mostró diferencias en el número de plantas por metro cuadrado entre tratamientos puros y complejos (ver *Cuadro 16* y *Tabla 26*).

Se pudo observar tres patrones de comportamiento de la dinámica poblacional de macollos para el raigrás Cetus, los cuales dependen del número y tipo de especies que componen la mezcla. En verdeo puro, tiene un pico de macollaje al inicio de los conteos y a partir de setiembre comienza a bajar la población de macollos. En mezclas binarias (tratamiento 6, 11 y 13) y en una compleja (tratamiento 8), se observó un pico de macollaje a principios de setiembre para luego descender hacia noviembre. Por último en los tratamientos complejas 9, 10 y 12, se mantuvo relativamente constante el número de macollos durante el transcurso de todos los conteos. Si bien se dan estos tres comportamientos diferentes de los macollos del raigrás Cetus a lo largo del ciclo, en el último conteo del 15 de noviembre se observó que se estabilizaron entre 235 y 386 macollos por metro cuadrado en todos los tratamientos ya sean en mezclas binarias, complejas o en el verdeo puro. Esto se debió a dos tendencias diferentes de la dinámica de los macollos. Los tratamientos con poblaciones de macollos

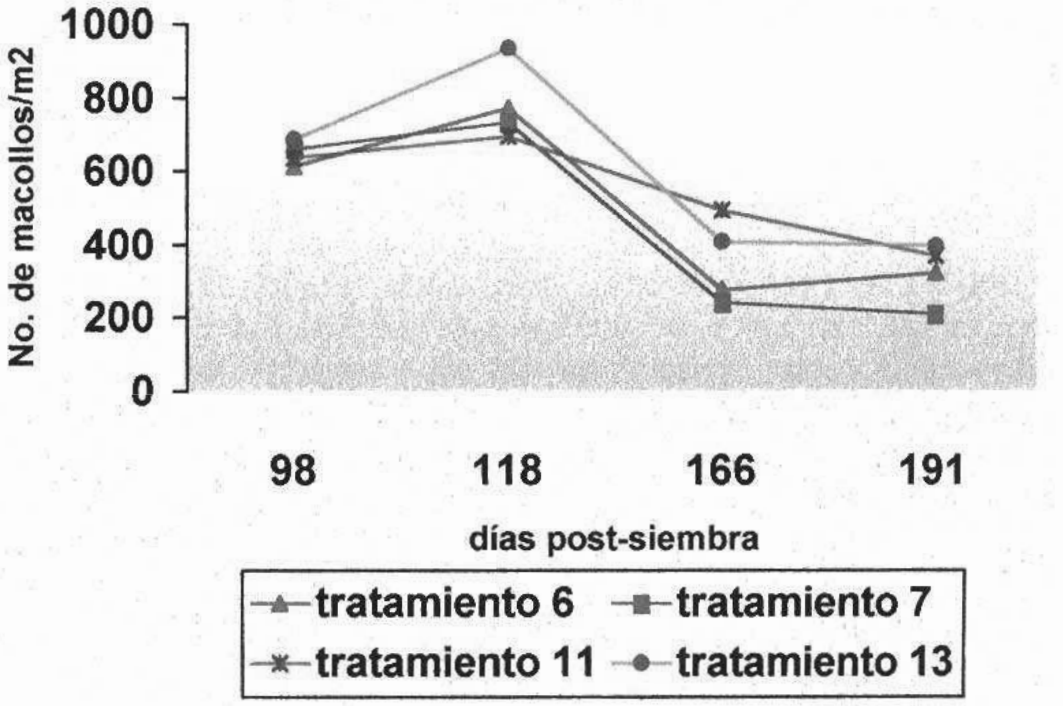
superiores a los 450 mac/m^2 en el conteo del 21 de octubre, disminuyeron para el conteo del 15 de noviembre. En cambio las poblaciones inferiores a los 450 mac./m^2, lograron mantener y hasta aumentar el número hasta el último conteo.

En lo referente a raigrás Titán, al igual que Cetus, las poblaciones de macollos fueron mayores a lo largo del tiempo y más estables comparados con los verdeos puros de triticale, cebada, trigo y avena.

El hecho de que el raigrás haya registrado mayor población de macollos y más estable en todos los conteos, estaría explicado por ser una especie más macolladora y de ciclo más primaveral, presentando un momento de macollaje más tardío en el tiempo. Esto determinó que tanto Cetus como Titán mantuviesen y lograsen mayor número de macollos hacia los dos últimos conteos en referencia a las otras especies, las cuales a esa altura finalizan su ciclo.

4.4.2. Mezclas Binarias.

Cuadro 17. Dinámica del macollaje para las mezclas binarias.



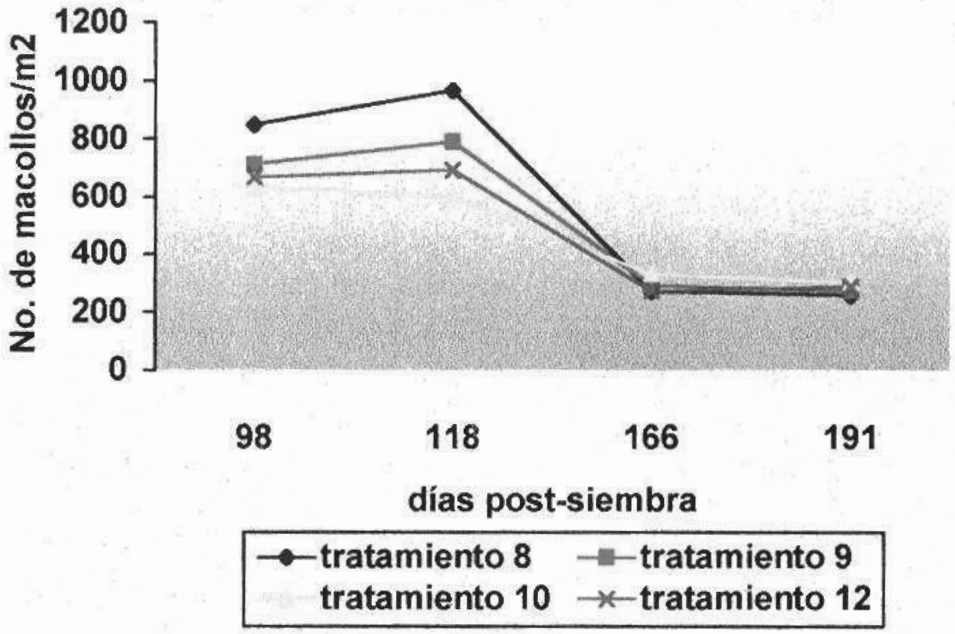
Los tratamientos 6 y 13 presentaron similar comportamiento: aumentaron su población total del primer al segundo conteo y luego disminuyeron notoriamente el número de macollos hacia el tercer conteo, no habiendo diferencia significativa entre este último y el cuarto conteo de macollos. Por su parte, la población del tratamiento 11 no mostró diferencia significativa del primer al segundo conteo, pero luego disminuyó notablemente hacia los dos últimos conteos, evidenciando diferencia significativa entre estos dos últimos. Por último, la población de macollos del tratamiento 7 no mostró diferencias significativas entre los dos primeros conteos, ni tampoco entre los dos últimos, pero tuvo una disminución significativa del segundo al tercer conteo.

El número de macollos de raigrás Titán, trigo, triticale y avena Polaris en mezclas binarias fue menor comparado al verdeo puro. Sin embargo, el número de macollos de raigrás Cetus en el último conteo fue mayor en comparación a la observada en el verdeo puro del cultivar. Esto estaría explicado porque principalmente trigo como triticale, dejaron más espacio libre para raigrás, ya que aquellos en el último conteo habían finalizado su ciclo. Por otro lado, trigo o triticale en mezcla con raigrás, favorecieron el crecimiento en altura en detrimento del macollaje, ya que hubo más competencia por luz. Las plantas responden elevando el ápice reproductivo que luego al cortar el forraje, es decapitado produciendo mortalidad de macollos. Esa mortalidad es más intensa al avanzar el ciclo, ya que mayor número de macollos pasan al estado reproductivo quedando más expuestos al corte. Se puede decir que hubo mayor competencia entre los macollos del propio raigrás en el verdeo puro, que la que existió entre los macollos de este y el triticale o trigo en las mezclas binarias, determinando en estas últimas mayor población de macollos del raigrás al cuarto conteo.

Avena Polaris presentó mayor número de macollos asociada con raigrás Titán que cuando se la asoció con raigrás Cetus. A su vez, en todos los conteos el número de macollos de raigrás Titán fue menor que el raigrás Cetus combinado con la misma avena. De esta forma, al igual que lo sucedido en dinámica de la implantación, se pudo ver que raigrás Cetus es más competitivo frente a otras especies que raigrás Titán, determinando que tenga buen comportamiento asociado en mezclas con otras especies (ver *Tabla 26*).

4.4.3. Mezclas Complejas.

Cuadro 18. Dinámica del macollaje para las mezclas complejas.



En las mezclas complejas los tratamientos 8, 9 y 12 mostraron similar comportamiento en el transcurso del tiempo. No presentaron diferencias significativas entre los dos primeros conteos, así como tampoco entre los dos últimos, pero del segundo al tercer conteo la población de macollos tuvo una disminución notoria y significativa. A diferencia de los anteriores, el tratamiento 10 disminuyó significativamente su población del primer al tercer conteo, no mostrando diferencia significativa en el número de macollos por metro cuadrado entre los dos últimos conteos.

Todos los componentes integrantes de las mezclas tuvieron menor número de macollos con respecto al verdeo puro. Esto confirma que al aumentar el número de componentes de la mezcla, cada componente presenta menos macollos, debido al aumento de la competencia que se establece por luz y nutrientes, competencia que ya existió para algunas especies a nivel de planta a los cuarenta días post-siembra. Además en mezclas, las densidades de plantas para la mayoría de las especies involucradas fueron menores, debido a la disminución de las

densidades de siembra, lo que pudo repercutir más tarde en un menor número de macollos.

El raigrás Cetus fue el cultivar que presentó menos diferencia en el número de macollos entre el verdeo puro y en mezclas, además tuvo menor reducción en la población del segundo al tercer conteo. En cambio cebada, trigo y avena bajaron fuertemente la población de macollos al asociarse en mezclas como del segundo al tercer conteo con respecto al verdeo puro, habiendo también una tendencia a ser mayor su reducción con respecto al comportamiento que mostraron dichas especies en las mezclas binarias.

En el tratamiento 10 la población de macollos de avena Tucana fue menor que avena Polaris en todos los conteos, presentando tendencias diferentes. La población de macollos de Tucana aumentó del primer al segundo conteo y luego disminuyó notoriamente hacia los dos últimos conteos, mientras que la de avena Polaris fue disminuyendo en todos los conteos.

4.5. PESO DE MACOLLOS.

Para comparar la dinámica de cambios en el peso de las macollas para los distintos tratamientos y sus componentes se realizó un ANOVA de los pesos promedio de cada componente de los distintos tratamientos en el tiempo. Cuando existieron interacciones significativas se hicieron los contrastes correspondientes.

Tabla 27. Resultados de ANOVAS para el peso de macollas en el tiempo para los diferentes componentes de cada tratamiento (verdeos puros y mezclas).

Fuentes de variación	Cebada	Trigo	RG cv Cetus	RG cv Titán	Avena cv Polaris	Avena cv Tucana	Triticale
Tratamiento	NS	NS	*	*	NS	NS	NS
Fecha de conteo	*	*	*	NS	*	*	*
Trat. x fecha de conteo	*	*	NS	*	*	*	*

NS = no significativo
* = $P < 0.05$

Las interacciones significativas entre fecha de conteo y tratamiento de verdeo/mezcla indica que la dinámica de cambios de peso de macollas fue diferente entre mezclas tanto entre fechas de conteo, como en una misma fecha. El peso de las macollas individuales tiende a aumentar en el tiempo aunque varía según el ciclo de cada especie y cultivar de acuerdo al momento en que pasan al estado reproductivo (se detiene macollaje y se incrementa el peso de cada macolla).

4.5.1. Verdeos puros.

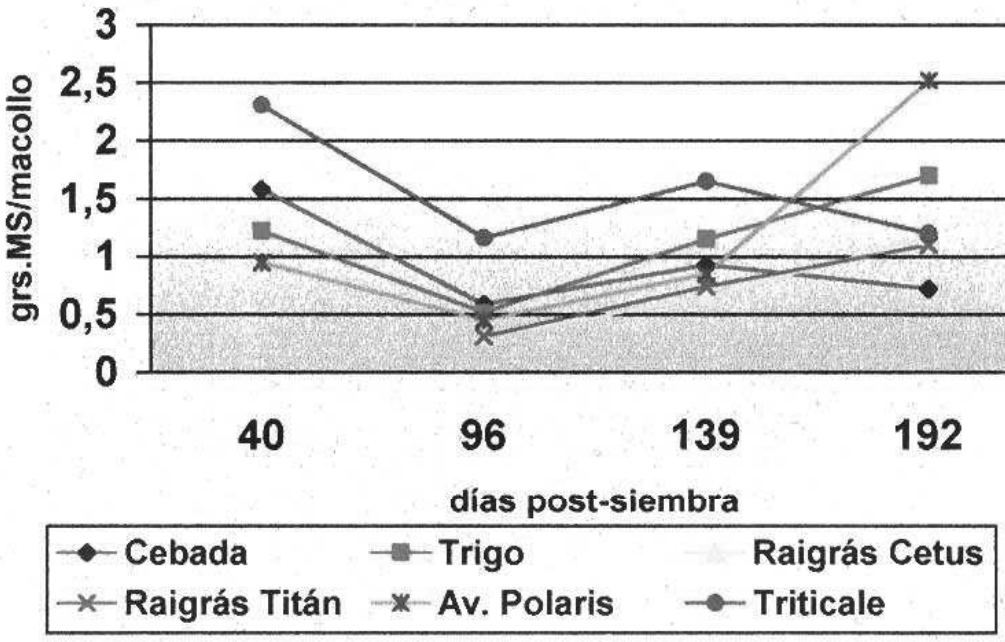
Tabla 28. Peso de macollos (en gramos de materia seca por macollo), para las diferentes fechas de corte.

Trat.	Especie	Variedad	Peso grs/mac 17-Jun	Peso grs/mac 12-Ago	Peso grs/mac 24-Sep	Peso grs/mac 16-Nov
1	Cebada	FNC-1	1.58a	0.59b	0,93c	0,72c
2	Trigo	Buck Charrúa	1.22a	0,52b	1,15a	1,70c
3	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,30a	0,65b	1,17c
4	Raigrás	INIA Titán	S/c	0,31a	0,74b	1,10c
5	Avena	INIA Polaris	0.95a	0,45b	0,85a	2,52c
14	Triticale	INIA Caracé	2.31b	1.16a	1,65a	1,20a

S/c: Sin corte.

Los valores de peso de macollas en una misma fila seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Cuadro 19. Pesos de macollos para los verdeos puros.



En todos los tratamientos existieron diferencias significativas en el peso de macollos en el transcurso del tiempo debido a que depende del estado en que se encuentra la planta (vegetativo o reproductivo), del número de hojas, el tamaño de

las mismas y de su longevidad. El peso por macolla aumenta a medida que se desarrollan nuevas hojas durante el ciclo vegetativo, y luego en el ciclo reproductivo las macollas incrementan su tamaño rápidamente y en forma sostenida hasta la floración y maduración de la semilla (Carámbula, 1977).

Triticale tuvo mayor peso de macollos que las demás especies y logró mayor diferencia de peso a su favor en el primer corte debido a su precocidad de producción de forraje. Todas las especies tuvieron un comportamiento similar en la evolución del peso de macollas. En el primer corte el peso de macollas es significativamente superior al segundo y mayor aún en las especies precoces como triticale y cebada. En el segundo corte se obtuvo el peso más liviano de las macollas para todas las especies y variedades debido a que en la etapa vegetativa, el peso está correlacionado principalmente con el número que poseen (Carámbula, 1977). Luego del segundo corte (24 de septiembre), los macollos aumentaron su peso (estadísticamente diferente) debido a que coincide con la etapa reproductiva para todas las especies.

Los datos de pesos de macollos encontrados en este trabajo son mayores a los reportados por Gallinal y Scaron (2000) en siembra directa de avena Polaris, Tucana, trigo y raigrás Cetus tanto en los períodos de crecimiento vegetativo como reproductivo.

4.5.2. Mezclas binarias

Tabla 29. Peso de macollos (en gramos de materia seca por macollo), para las diferentes fechas de corte.

Trat.	Especie	Variedad	Peso grs./mac 17-Jun	Peso grs./mac 12-Ago	Peso grs/mac 24-Sep	Peso grs/mac 16-Nov
6	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,37a	0,75b	0,81b
	Avena	INIA Polaris	S/c	0,88a	0,56a	2,55b
7	Raigrás	INIA Titán	S/c	0,27a	0,52b	1,26c
	Avena	INIA Polaris	S/c	0,77a	0,84a	2,13b
11	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,26a	0,55b	0,81c
	Triticale	INIA Caracé	S/c	2,43a	0,75b	0,01c
13	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,28a	0,54b	0,91c
	Trigo	Buck Charrúa	S/c	0,68a	0,37b	0,55a

S/c: sin corte.

Los valores de peso de macollas en una misma fila seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

El peso de macollos de raigrás en mezclas binarias tuvo un comportamiento similar al verdeo puro aumentando a medida que transcurrió el ciclo. Además los pesos de macollos de raigrás en mezclas binarias fueron similares en todos los cortes en comparación al verdeo puro, lo que evidencia que no se vió afectado por el otro componente de la mezcla. En cambio el peso de macollos de avena Polaris, trigo y triticale disminuyó en el tercer corte comparados con los pesos de los verdeos puros, debido posiblemente a la competencia que ejerce el raigrás en la mezcla.

En el último corte el peso de macollos de avena Polaris fue similar comparado con el verdeo puro, lo que indica que no tuvo influencia en esta etapa la competencia de raigrás en la mezcla. El peso de macollos de trigo en cambio se deprime en el último corte en la mezcla con raigrás.

4.5.3. Mezclas complejas.

Tabla 30. Peso de macollos (en gramos de materia seca por macollo), para las diferentes fechas de corte.

Trat.	Especie	Variedad	Peso grs/mac 17-Jun	Peso grs/mac 12-Ago	Peso grs/mac 24-Sep	Peso grs/mac 16-Nov
8	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,25a	0,47b	0,93c
	Avena	INIA Polaris	S/c	0,67a	0,62a	5,85b
	Trigo	Buck Charrúa	S/c	0,55a	0,52a	0,83b
9	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,17a	0,55b	1,13c
	Avena	INIA Polaris	S/c	0,72a	0,38b	1,362c
	Trigo	Buck Charrúa	S/c	0,35a	0,21a	0,01b
	Cebada	FNC-1	S/c	2,59a	0,64b	0,01b
10	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,20a	0,70b	0,81b
	Avena	INIA Polaris	S/c	1,34a	0,80b	1,37a
	Avena	INIA Tucana	S/c	1,38a	0,37b	2,25c
12	Raigrás	INIA Cetus	S/c	0,19a	0,57b	0,98c
	Avena	INIA Polaris	S/c	0,72a	0,62b	0,86c
	Cebada	FNC-1	S/c	2,02a	0,86b	0,69b

S/c: sin corte.

Los valores de peso de macollas en una misma fila seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Los macollos de raigrás Cetus en la mezclas complejas fueron más livianos en el segundo corte comparado con el verdeo puro. En los siguientes cortes registró similar peso de macollos puro o asociado lo que demuestra que no se afectó esta característica por la competencia en mezclas al avanzar el ciclo.

Los macollos de trigo, cebada y avena en mezclas complejas fueron más livianos que los puros y disminuyeron de forma significativa en el transcurso del ciclo, más acentuado en la mezcla de cuatro componentes (tratamiento 9). Una de las causas es que en mezclas se establece mayor competencia por luz y con baja intensidad lumínica las plantas incrementan la dominancia apical, tendiendo a levantar su punto de crecimiento siendo alcanzados por el corte y perjudicando su posterior producción de forraje (Jewiss, 1972).

La competencia en mezclas pudo estar dada por el número de componentes y por efecto del ciclo de las especies acompañantes. A mayor número de especies en la mezcla y a similar ciclo productivo, mayor competencia entre especies por luz y nutrientes (Alvarez *et al*, 1982).

4.6. RESULTADOS DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE.

4.6.1. Verdeos puros.

4.6.1.1. Producción de forraje en el primer corte.

La producción de forraje para el primer corte se detalla en *Tabla 31*. Se realizó el primer corte a los verdeos que lograron una disponibilidad como para efectuarle un pastoreo a los cuarenta días post-siembra. Estos fueron solo los tratamientos de triticale, cebada, avena y trigo puros.

Tabla 31. Rendimiento de forraje en el primer corte y tasa de crecimiento diario (período de siembra a primer corte: 40 días) para las especies puras.

Trat.	Componentes	Rendimiento primer corte 17/6/99 (Kg. MS/ha)	Tasa de crecimiento Kg MS/ha/día
14	Triticale Caracé	3210 ac	80.3
1	Cebada FNC-1	2530 a	63.3
5	Avena Polaris	1825 b	45.6
2	Trigo Buck Charrua	1460 b	36.5
3	Raigrás Cetus	Sin corte	Sin corte
4	Raigrás Titán	Sin corte	Sin corte

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

En la *Tabla 31* se muestra que triticale fue la especie que logró mayor producción y tasa de crecimiento al primer corte, seguida por cebada, correspondiendo las menores producciones para avena Polaris y trigo, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí.

Las especies más precoces son el triticale y la cebada. Esto coincide con lo reportado por Chiara, (1975) quien encontró que centeno y cebada son los cereales de mayor crecimiento diario en otoño ofreciendo mayor forraje que avena, cebadilla y raigrás en las primeras etapas de crecimiento. Bemhaja, (1996) menciona que con triticale se obtiene rápido establecimiento y producción de forraje, superando en tasa de crecimiento y producción a la avena y al trigo en el transcurso de las primeras semanas post-siembra.

La producción diaria de Triticale fue de 80,3 kg. de MS/ha/día para el primer corte logrando un rendimiento de 3210 kg. de MS/ha. siendo superior a las otras especies. Esos valores también son superiores a los registrados por INIA La Estanzuela donde se obtuvieron tasas de crecimiento diarias de 36 kg. de MS/ha en siembras del 17/4/97, realizándose un único corte a los 63 días post-siembra logrando 2313 kg. de MS/ha (PNEC, 1997).

En esa misma fecha de siembra de Triticale, en el INIA La Estanzuela, para trigo Buck Charrúa se obtuvieron datos de tasa de crecimiento diarias de aproximadamente 20 kg. de MS/ha al primer corte, el cual fue realizado a los 73 días post-siembra logrando 1465 kg. de MS/ha.

Por su parte los datos de producción al primer corte y tasa de crecimiento diarias obtenidos para avena Polaris, también son superiores a los registrados por el INIA La Estanzuela. Sembrada el 7/4/99 en La Estanzuela, realizándose el primer corte el 20/5/99 (43 días post-siembra), avena Polaris rindió 909 kg. de MS/ha logrando un tasa de crecimiento diaria de 21 kg. de MS/ha al primer corte.

Ahunchaín *et al* (1997), en siembras realizadas el 15/5/91, obtuvo a los 98 días post-siembra una producción promedio para cebada Clipper de 3208 kg. MS/ha con una tasa de crecimiento diaria de 33 kg. MS/ha. Aquí se obtuvo a los 40 días post-siembra un rendimiento promedio para FNC-1 de 2530 kg. MS/ha, pero con una tasa mayor a la de dicho autor siendo de 63.3 kg. MS/ha/día.

Los datos obtenidos en este trabajo tienen cierta superioridad con los que muestra la bibliografía. Pero dicha comparación no es del todo válida, ya que hay que tener en cuenta que no partimos de las mismas densidades y fechas de siembra, no son las mismas fechas al primer corte ni el mismo año de evaluación, pudiendo existir efecto año.

La producción de forraje en el segundo corte se detalla en la *Tabla 32.* Aquí se mantienen al igual que en el primer corte las mayores producciones y tasas de crecimiento para triticale y cebada, no habiendo diferencias significativas entre ambas en cuanto a producción. En un plano intermedio se ubica avena Polaris, con una producción diferente estadísticamente a los anteriores y a su vez a los que le siguen y en último lugar se encuentran raigrás Cetus, Titán y trigo, los cuales no evidencias diferencias significativas entre sí al segundo corte.

Aquí se observó el comienzo del predominio de la producción de los raigrás, los cuales superaron al trigo en rendimiento.

Tabla 32. Rendimiento de forraje en el segundo corte y tasa de crecimiento diario.

Trat.	Componentes	Rend. 2do. corte 12/8/99 (Kg. MS/ha)	Tasa de crecimiento Kg MS/ha/día
14	Triticale Caracé	3303.0 a	59.0
1	Cebada FNC-1	3036.7 a	54.2
5	Avena Polaris	2376.9 b	42.4
3	Raigrás Cetus	1898.1 c *	19.8
4	Raigrás Titán	1857.4 c *	19.3
2	Trigo Buck Charrua	1636.3 c	29.2

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).
* Estos datos de producción son acumulados desde la siembra (96 días) porque no se les realizó el primer corte a los 40 días.

La avena produjo 42 kg. de MS/ha/día y es menos precoz que cebada y triticale, pero más que el raigrás y trigo. Este último le sigue a la avena en orden de precocidad en cuanto a tasa de crecimiento diaria con 29 kg de MS/ha/día, siendo el raigrás el más tardío de todos los verdeos, con una producción de 19 kg de MS/ha/día coincidiendo con lo citado por Chiara (1975) en cuanto a orden de precocidad.

Si bien la tasa de crecimiento diaria de trigo supera la de raigrás, el rendimiento de forraje de este último es mayor. Esa superioridad del raigrás en producción de forraje se irá incrementado a lo largo del tiempo para todos los cortes, evidenciando un aumento de la tasa de crecimiento de esta especie con respecto a las otras.

Ahunchaín *et al* (1997), obtuvieron a los 98 días post-siembra (siembras realizadas el 15/5/91), tasas de crecimiento entre 31 a 35 kg. de MS/ha/día en variedades de cebada, 18 a 27 kg.MS/ha/día en variedades de trigo (22 kg. MS/ha/día para trigo Buck Charrua) y de 27 kg.MS/ha/día para la avena 1095A. En este trabajo, a los 96 días post-siembra se obtuvieron resultados de 54.2 kg.MS/ha/día para cebada, 29.2 para trigo y 42.4 kg.MS/ha/día para avena Polaris.

Las diferencias encontradas con estos autores para el caso de avena, podría explicarse a que la variedad usada en este trabajo tiene mayor tasa de crecimiento que la usada por Ahunchaín *et al* (1997), ya que es un material más nuevo en los que uno de los objetivos buscados en su selección es que tenga producción más precoz de forraje, aumentando su tasa de crecimiento diario.

4.6.1.2. Producción de forraje en el tercer y cuarto corte.

Tabla 33. Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al tercer corte de las especies puras.

Trat	Componentes	3er. corte 24/9/99 (kg MS/ha)	TCD al 3er. corte (kgMS/ha/día)
5	Avena Polaris	4751.9 a	110.5
1	Cebada FNC-1	4588.9 a	106.7
3	Raigrás Cetus	4416.7 a	102.7
4	Raigrás Titán	4335.2 a	100.8
2	Trigo Charrua	4311.1 a	100.3
14	Triticale Caracé	3294.4 b	76.6

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Tabla 34. Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al cuarto corte de las especies puras.

Trat	Componentes	4to. corte 16/11/99 (kg. MS/ha)	TCD al 4to. corte (kgMS/ha/día)
3	Raigrás Cetus	3411.1 a	64.4
4	Raigrás Titán	3246.3 a	61.3
5	Avena Polaris	3220.4 a	60.8
2	Trigo Charrua	1544.4 b	29.1
1	Cebada FNC-1	911.1 c	17.2
14	Triticale Caracé	220.4 d	4.2

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Al tercer corte, avena Polaris, cebada, trigo, raigrás Cetus y Titán, rindieron similar cantidad de forraje no evidenciando diferencias significativas entre dichas especies. El triticale fue el verdeo puro que rindió menos forraje y tuvo la menor tasa de crecimiento diaria siendo significativamente diferente a las otras especies. Este verdeo, que registró la mayor producción en los dos primeros cortes, en el tercer y cuarto corte es superado significativamente por las otras especies, dejando clara evidencia de la precocidad y duración del ciclo de este material y del beneficio dado por el mismo en cuanto a la entrega temprana y abundante de forraje al primer pastoreo.

En el cuarto corte de forraje, raigrás Cetus, Titán y avena Polaris registraron la mayor producción y tasa de crecimiento diaria, no habiendo diferencias significativas entre dichos verdeos. Le siguieron en orden descenderte de producción de forraje trigo, cebada y triticale, presentando diferencias significativas entre ellos y a su vez con los tres primeros.

El verdeo de cebada que hasta este momento se ubicaba segundo en producción y tasa de crecimiento diaria, en el cuarto corte ocupó el quinto lugar en el ranking, siendo superado por todas las otras especies excepto triticale. Por su parte los dos cultivares de raigrás, aumentaron su producción y tasa de crecimiento diario en el transcurso de los cortes con respecto a las otras especies, ubicándose en los primeros lugares en el ranking de producción y tasa de crecimiento diaria en el cuarto corte.

Desde el tercer corte en adelante, que coincide con la primavera, comenzó a predominar la producción del raigrás por encima de las otras especies, aportando mayor forraje hacia este período, coincidiendo con lo encontrado por Chiara (1975) y Gardner *et al* (1968).

Tanto la producción de trigo como cebada y triticale disminuyó notoriamente hacia el cuarto corte, teniendo mayor producción la avena y los raigrás Cetus y Titán. Esto muestra la precocidad del ciclo de esos tres verdeos, determinando que hacia noviembre las tasas de crecimiento disminuyan notoriamente con la consecuente disminución de la producción. La producción de forraje de todas las especies disminuyen hacia el cuarto corte, debido a la finalización del ciclo y posiblemente acentuado también por el déficit hídrico que comenzó en la primavera del año del ensayo, el cual derivó en la seca del '99-'00, produciendo el acortamiento de los ciclos de producción.

Como era esperable, la mayor producción y tasa de crecimiento diaria registrada para todos los verdeos correspondió al tercer corte, 24 de setiembre, ya que coincide con el inicio de la primavera.

4.6.1.3. Producción de forraje total.

Los resultados del rendimiento total de los verdeos puros se muestran en la *Tabla 35*. Los rendimientos de los verdeos puros de avena Polaris y cebada fueron los mayores, no habiendo diferencias significativas entre ambos. A estos le siguió el triticale, quien no difirió significativamente con los anteriores y su vez tampoco se diferenció estadísticamente de raigrás Cetus y Titán quienes le siguieron en orden descendente. A su vez estos dos últimos no mostraron diferencias significativas en cuanto a su producción total. El trigo fue el verdeo de menor producción total de forraje siendo estadísticamente diferente a los anteriormente nombrados.

Tabla 35. Rendimiento total y tasa de crecimiento diario para todo el ciclo (192 días) de las especies individuales.

Tratamientos individuales	Rendimiento Total (kg MS/ha)	Tasa de crecimiento promedio (Kg MS/ha/día)
5 Avena Polaris	12174.1 a	63.4
1 Cebada FNC-1	11066.7 a	57.6
14 Triticale Caracé	10027.8 ab	52.2
3 Raigrás Cetus	9725.9 b	50.6
4 Raigrás Titán	9438.9 b	49.2
2 Trigo Buck Charrua	8951.9 c	46.6

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Bemhaja, (1996) en siembras de abril en suelos arenosos, con 180 días de duración del ciclo, obtuvo un total de 7581 kg. de MS/ha de triticale Caracé. En este trabajo el rendimiento de forraje fue 33% superior.

En cuanto a producción total de materia seca y tasa de crecimiento diaria de trigo, los datos registrados por el INIA La Estanzuela en el año 1999 y en el análisis conjunto '98-'99, también son menores a los obtenidos en este trabajo. Dicha institución tuvo rendimientos de aproximadamente 3350 y 3080 kg. de MS/ha respectivamente y un crecimiento diario promedio en el '99 de 30 kg. de MS/ha, mientras que los registrados aquí fueron de 8950 kg. de MS/ha con una tasa de crecimiento promedio de 47 kg/ha/día. Esta diferencia notoria se explicaría debido a que los ensayos realizados por el INIA no son con el objetivo exclusivo de producción de materia seca sino de grano, por lo cual dichos ensayos son cerrados antes (julio-agosto), acortándose el ciclo de producción de forraje. En cambio en este trabajo, el último corte se realizó a mediados de noviembre, lo que permitió un mayor período de producción, dando como resultado una mayor producción total de forraje.

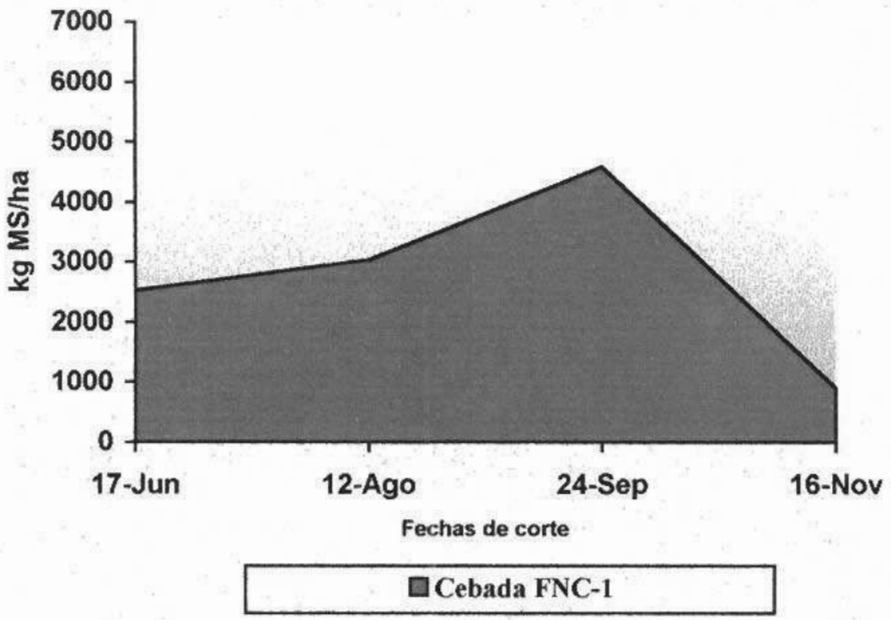
Con respecto a los rendimientos de cebada, Ahunchaín *et al* (1997), en evaluaciones hechas a los 98 días post-siembra (siembras realizadas el 15/5/91) obtuvo de promedio entre 3062 y 3416 kg. MS/ha, para diferentes variedades de cebada. Aquí, a los 96 días post-siembra se obtuvo una producción acumulada para cebada FNC-1 de 5566 kg. MS/ha (suma de primer más segundo corte).

En el Programa Nacional de Evaluación de Cultivares (PNEC) del año 1999 se obtuvo para avena INIA Polaris una producción total de 4484 kg. de MS/ha y una tasa de crecimiento de 33 kg. de MS/ha/día para el período siembra (7/4/99) - último corte (135 días). En este trabajo se lograron 8953 kg. de MS/ha en un período de 139 días y con fecha de siembra más tardía (8/5/99), obteniéndose por consiguiente mayor tasa de crecimiento (64,4 kg. de MS/ha/día).

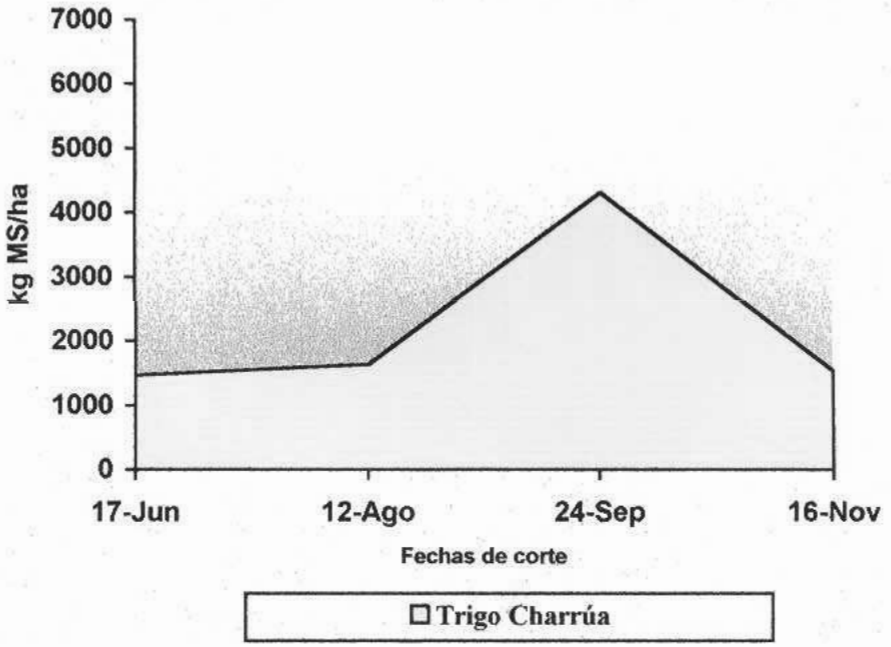
A diferencia de lo ocurrido con los verdeos anteriores, los valores obtenidos para raigrás Cetus y Titán fueron acordes a los de la bibliografía. Lo datos obtenidos por el PNEC del INIA La Estanzuela para el análisis conjunto '97-'98 mostraron valores de 9866 y 12280 kg. de MS/ha para Cetus y Titán respectivamente. Por su parte García, J. (1998) obtuvo valores de 7800 y 8925 kg. de MS/ha para raigrás Cetus y Titán respectivamente. De acuerdo con la bibliografía, Titán rinde más forraje que Cetus, en cambio en este trabajo no se evidenciaron diferencias significativas entre ambos materiales.

Datos obtenidos por Chiara (1975), demuestran que el raigrás LE 284 rinde más forraje que la avena 1095A en el total del ciclo de producción, lo que no se demuestra con los resultados obtenidos en este ensayo. Esto estaría explicado porque nuevos materiales de *Avena sativa* rinden más que el material de avena utilizado en el experimento de Chiara (1975). Otro factor que condiciona el rendimiento es la época de siembra. Al atrasarse la época de siembra, se acorta el ciclo de producción y esto puede afectar más la producción de las especies más tardías como el caso del raigrás. Por otro lado, el déficit hídrico ocurrido a partir de los dos últimos cortes, probablemente acortó el ciclo de las especies y además afectó la tasa de crecimiento, siendo más perjudicadas aquellas de ciclo más tardío como el raigrás, el cual no pudo expresar su potencial primaveral por lo que también explicaría la menor producción total con respecto a avena, cebada y triticale.

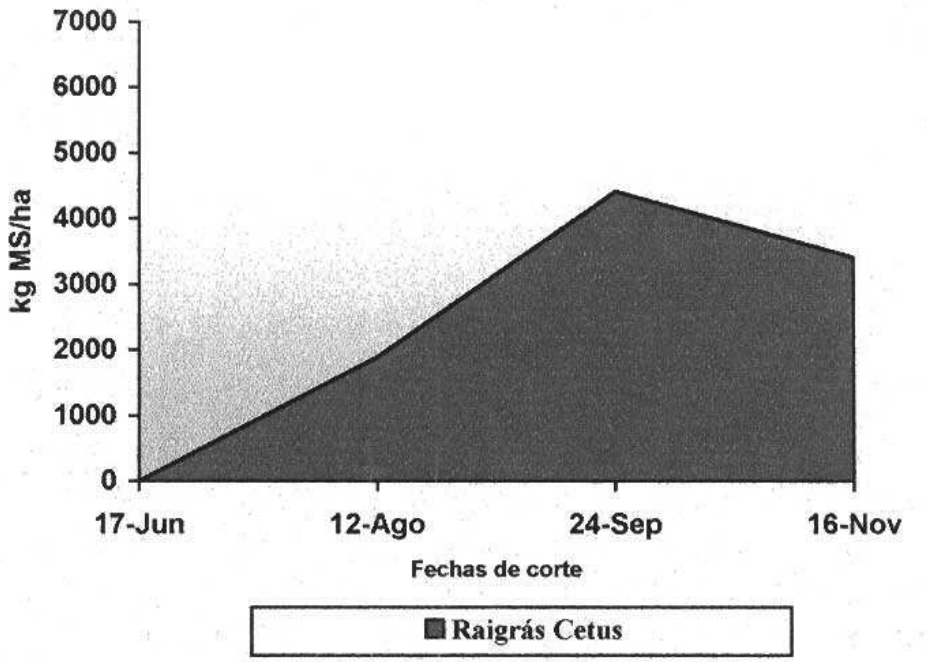
Cuadro 20. Evolución del rendimiento para el tratamiento 1.



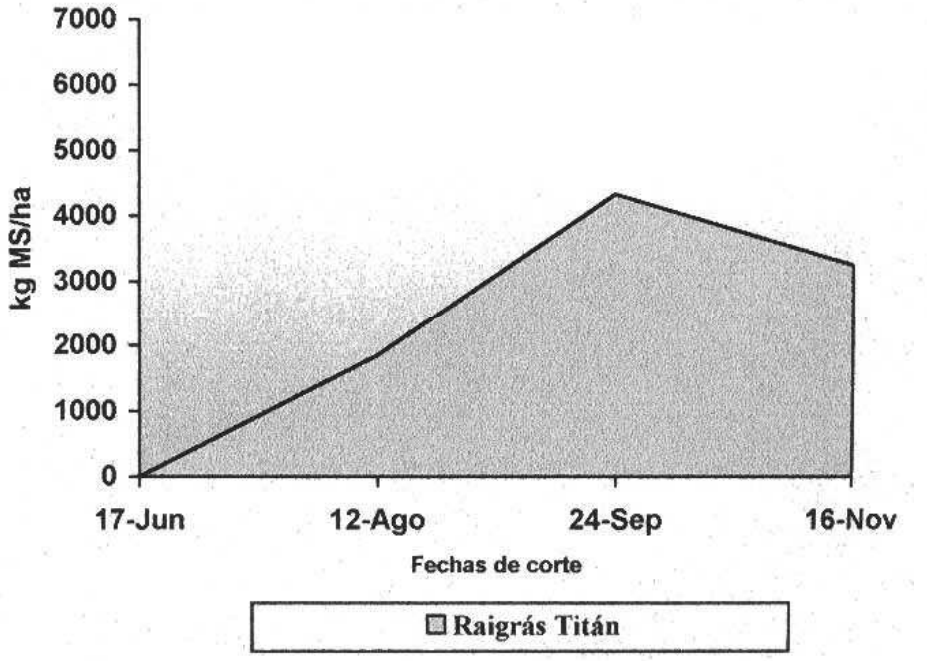
Cuadro 21. Evolución del rendimiento para el tratamiento 2.



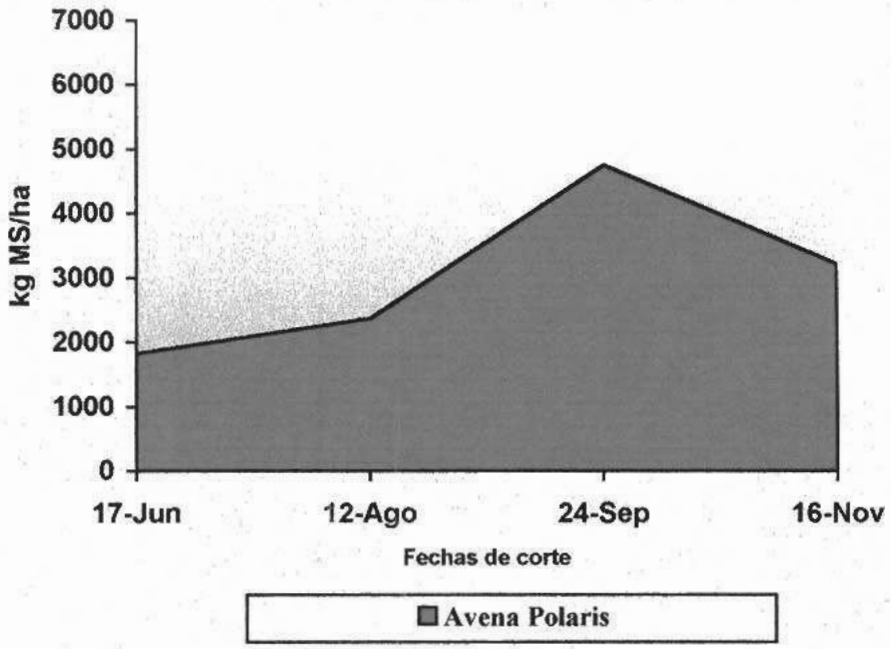
Cuadro 22. Evolución del rendimiento para el tratamiento 3.



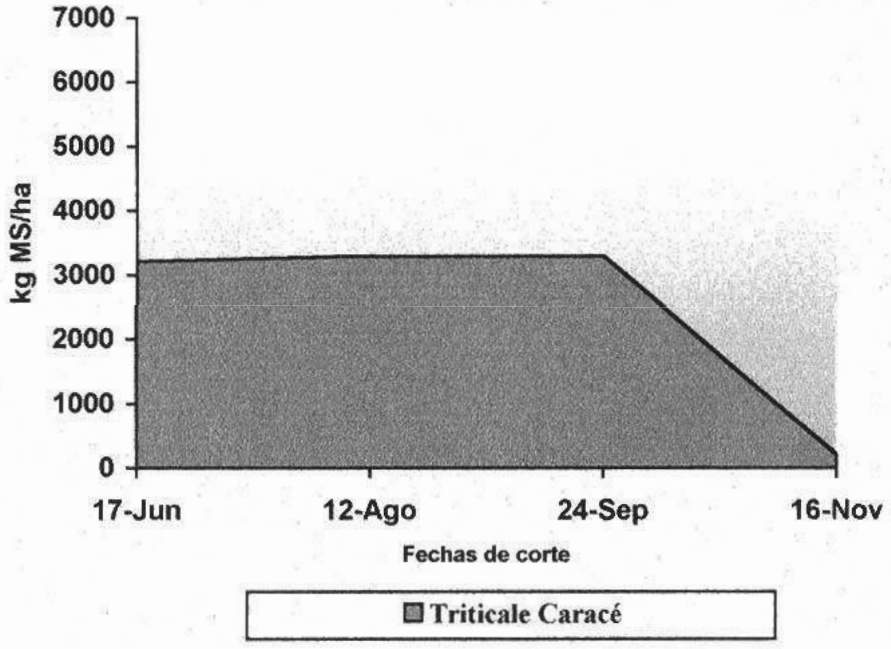
Cuadro 23. Evolución del rendimiento para el tratamiento 4.



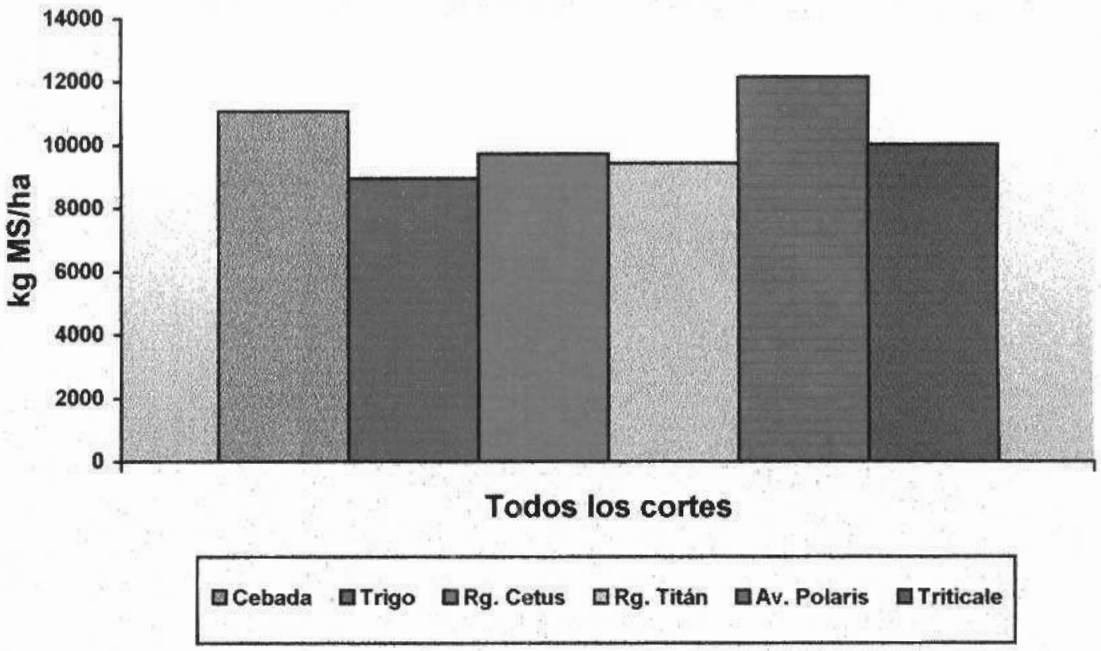
Cuadro 24. Evolución del rendimiento para el tratamiento 5.



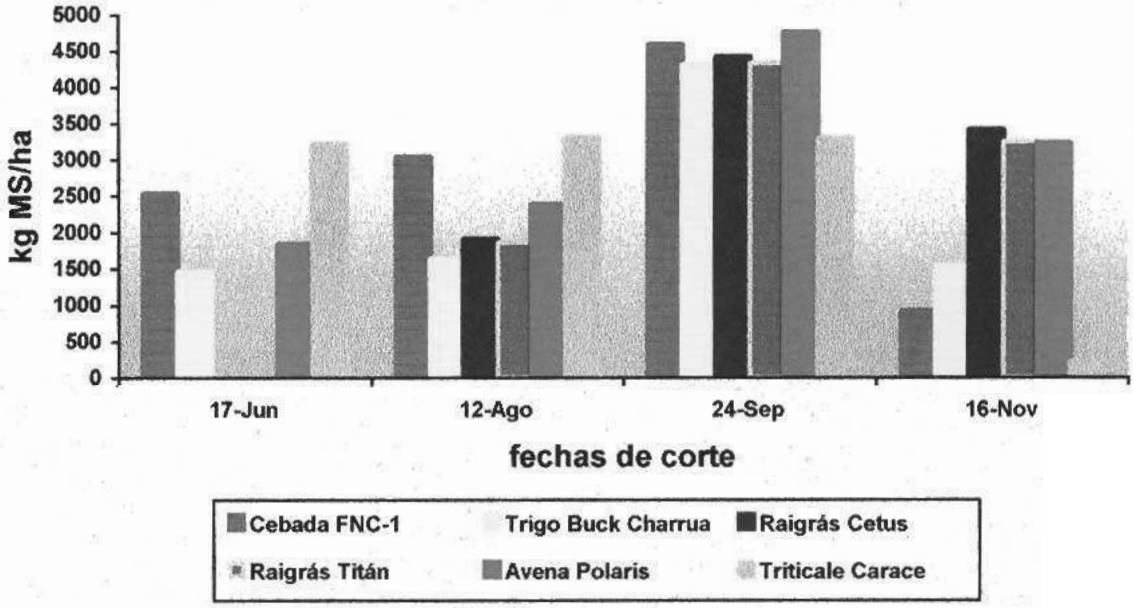
Cuadro 25. Evolución del rendimiento para el tratamiento 14.



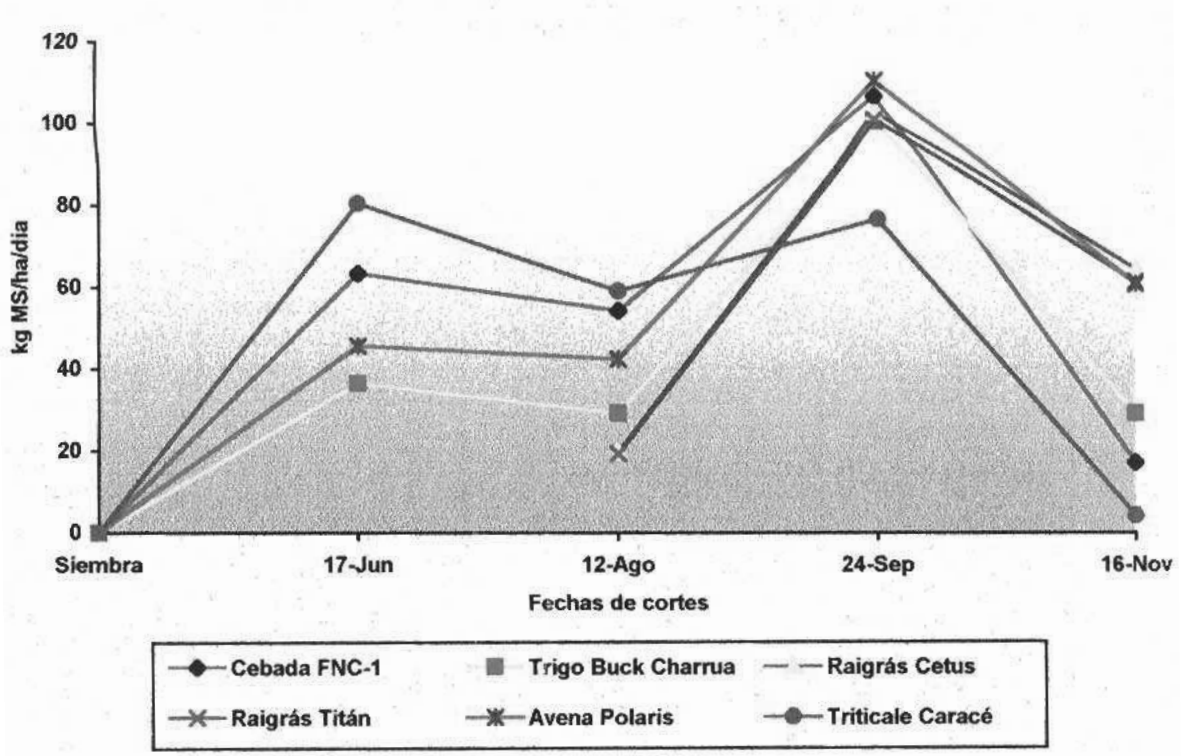
Cuadro 26. Producción total de los verdeos puros.



Cuadro 27. Evolución del rendimiento de las especies sembradas individualmente para los cuatro cortes.



Cuadro 28. Tasas de crecimiento para las especies sembradas puras.



4.6.2. Mezclas binarias.

4.6.2.1. Producción de forraje en el primer y segundo corte.

El corte del 17 de junio no se efectuó, porque no acumularon suficiente forraje. En la siguiente tabla se presentan los datos de producción para las mezclas binarias en el corte efectuado el 12/8/99.

Tabla 36. Producción de forraje y tasa de crecimiento en el segundo corte de las mezclas binarias.

Trat.	Componentes	segundo corte 12/8/99 (kg. MS/ha)	TCD al 2do. corte (kg.MS/ha/día)
6	Avena Polaris	1888.9 a	19.7
	Raigrás Cetus	1483.3 b	15.5
	TOTAL	**3372.2 A**	**35.2**
7	Avena Polaris	2696.3 c	28.1
	Raigrás Titán	820.4 d	8.5
	TOTAL	**3516.7 A**	**36.6**
11	Raigrás Cetus	1253.7 b	13.1
	Triticale Caracé	3807.4 e	39.7
	TOTAL	**5061.1 B**	**52.8**
13	Raigrás Cetus	1261.1 b	13.1
	Trigo Charrua	1590.7 ab	16.6
	TOTAL	**2851.9 C**	**29.7**

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra minúscula o seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

En la *Tabla 36* se observó que la mezcla que tuvo mayor producción de forraje fue raigrás Cetus con triticale, seguidos de la mezcla avena con raigrás, tanto Cetus como Titán, registrando la menor producción de forraje al segundo corte la mezcla raigrás Cetus con trigo. Este orden de producción sería lo esperable, ya que triticale se comportó como el más precoz en el verdeo puro seguido de avena y trigo respectivamente.

También se observó que no hubieron diferencias significativas en el comportamiento de raigrás Cetus en diferentes mezclas binarias. En cambio avena Polaris tuvo una producción de forraje menor estando combinada con raigrás Cetus que con raigrás Titán, posiblemente el Cetus fue más competitivo afectando más la producción de la avena.

Triticale, avena, trigo y raigrás Titán vieron más afectada su producción al asociarse con otro componente en comparación con el verdeo puro. En cambio raigrás Cetus no disminuyó tanto su producción al combinarse con otra especie (ver *Tabla 36*).

Sumando las producciones de los verdeos puros que corresponden a este período (otoño-invierno), se observó que las mezclas binarias no superaron en producción de forraje al componente puro de mayor producción, lo que sugiere que no existió efecto transgresivo de las mezclas.

Rebuffo (1998), obtuvo una producción de 4,1 tt. de MS/ha a la misma fecha de corte para la mezcla binaria de avena Polaris con raigrás LE 284. La menor producción obtenida aquí tanto para raigrás Cetus como Titán con Polaris, podría atribuirse a que por un lado la fecha de siembra fue más tardía con respecto a la de Rebuffo, con temperaturas posiblemente más bajas en la etapa vegetativa que llevaron a un enlentecimiento del crecimiento inicial, y por otro lado a que aquí se hicieron cortes menos frecuentes.

Según datos obtenidos por Rebuffo (1998), las tasas de crecimiento fueron de 17 kg./ha./día de materia seca en otoño y de 38 kg./ha./día. en invierno para la mezcla de avena Polaris y raigrás LE 284. El valor para el período correspondiente a invierno es muy similar al encontrado en los tratamientos 6 y 7 en donde se incluyó la misma variedad de avena pero diferentes variedades de raigrás. Como se aprecia en la tabla anterior, en mezclas de avena con raigrás Cetus y/o Titán se obtuvo 35.2 y 36.6 kg. de MS/ha/dia respectivamente, lo que es muy similar a los datos obtenido por Rebuffo (1998). Este autor aclara que la mezcla no supera al componente puro de mayor rendimiento en el período otoño-invierno, que corresponde a avena Polaris, lo que coincide también con este trabajo ya que la avena Polaris pura, produjo más forraje que la mezcla de esta avena con raigrás en los tratamientos 6 y 7. Rebuffo (1994) encontró también este comportamiento para una mezcla de Tucana más raigrás LE 284 y para una mezcla de avena 1095A y raigrás LE 284. Chiara (1975) observó que no existían diferencias en producción de forraje entre el verdeo puro de avena y su mezcla

con raigrás en el período correspondiente a otoño-invierno. Todos los tratamientos binarios produjeron menos forraje en este período que su componente puro de mayor rendimiento.

4.6.2.2. Producción de forraje en el tercer y cuarto corte.

Tabla 37. Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al tercer y cuarto corte de las mezclas binarias.

Trat	Componentes	3er. corte 24/9/99 (kg. MS/ha)	TCD al 3er. corte (kg.MS/ha/d)	4to. corte 16/11/99 (kg. MS/ha)	TCD al 4to. corte (kgMS/ha/d)
6	Avena Polaris	1342.6 a	31.2	387.0 a	7.3
	Raigrás Cetus	3951.9 b	91.9	2464.8 bc	46.5
	TOTAL	**5294.4 A**	**123.1**	**2851.9 A**	**53.8**
7	Avena Polaris	2029.6 c	47.2	838.9 e	15.8
	Raigrás Titán	2525.9 d	58.7	2151.9 b	40.6
	TOTAL	**4555.6 AB**	**105.9**	**2990.7 A**	**56.4**
11	Raigrás Cetus	3342.6 e	77.7	2981.5 c	56.3
	Triticale Caracé	629.6 f	14.6	0 g	0
	TOTAL	**3972.2 B**	**92.3**	**2981.5 A**	**56.3**
13	Raigrás Cetus	4061.1 b	94.4	3513.0 d	66.3
	Trigo Charrua	655.6 f	15.2	63.0 f	1.2
	TOTAL	**4716.3 A**	**109.6**	**3576.0 B**	**67.5**

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra minúscula o seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

En el tercer corte la mayor producción total la tuvieron las mezclas de raigrás Cetus con avena Polaris y trigo respectivamente, seguidos por la mezcla de raigrás Titán más avena, logrando la menor producción de forraje la combinación de raigrás Cetus más triticale.

Raigrás Cetus en el tercer corte tuvo en general similar producción de forraje en todos los tratamientos, por lo cual la diferencia de producción entre tratamientos está explicada por la especie acompañante. Avena rindió más forraje cuando estuvo acompañada por raigrás Titán, seguramente este ejerció menos

competencia que el raigrás Cetus en mezclas, de todas formas se obtiene mayor producción total cuando se la asocia con este último (ver *Tabla 37*).

La producción al tercer corte fue mayor en este trabajo comparado con Rebuffo (1998) que logró en primavera 2,9 tt. de MS./ha. para la mezcla de avena Polaris con raigrás LE 284, con una tasa promedio de 58 kg.MS/ha/día. Posiblemente el período entre cortes, permitió expresar mayor tasa de crecimiento de forraje en este trabajo comparado con Rebuffo (1998).

Todos los tratamientos rindieron menos hacia el cuarto corte, siendo el raigrás el componente que mantuvo más estable la producción, mientras que triticale y trigo decayeron notoriamente.

En este último corte la mezcla de raigrás Cetus más trigo logró mayor producción total de forraje, explicado por la alta producción del raigrás hacia esta fecha. Las otras tres mezclas no presentaron diferencia significativa entre si en cuanto a producción total.

En general se observó al cuarto corte que raigrás Cetus fue regulando su producción en función del rendimiento de la especie acompañante. Por ejemplo, cuando se combinó con triticale, al no haber producción del mismo al cuarto corte, el raigrás compensó esa merma de rendimiento. De esta forma no se afectó la producción total del tratamiento. El raigrás Cetus en mezcla con triticale y trigo produjo más forraje que en mezcla con avena. Esto es atribuible a que en esta etapa no tuvo competencia, porque trigo y triticale ya habían finalizado su ciclo.

Los datos obtenidos de producción de forraje y tasas de crecimiento diaria al tercer y cuarto corte de los componentes de las mezclas binarias, fueron menores a los de esos componentes en verdeos puros. En mezclas existió una disminución de la producción y tasa de crecimiento de cada componente causada por la competencia que se crea al juntar dos especies de similar ciclo productivo. Avena, trigo y triticale fueron los más perjudicados al asociarse en mezclas con raigrás, debido a la notable disminución de su producción y tasa de crecimiento que se observó. En cambio la producción de raigrás, principalmente Cetus, no disminuyó tanto al asociarse a otra especie de ciclo similar.

4.6.2.3. Producción de forraje total.

Tabla 38. Rendimiento total y tasa de crecimiento diario para todo el ciclo (192 días) de las mezclas binarias.

Trat	Componentes	Rendimiento Total (kg. MS./ha)	Tasa de crecimiento (Kg. MS/ha/dia).
6	Avena Polaris	3618.5 a	18.8
	Raigrás Cetus	7900.0 b	41.1
	TOTAL	**11518.5 A**	**60.0**
7	Avena Polaris	5564.8 c	29.0
	Raigrás Titán	5498.1 c	28.6
	TOTAL	**11063.0 A**	**57.6**
11	Raigrás Cetus	7577.8 b	39.5
	Triticale Caracé	4437.0 d	23.1
	TOTAL	**12014.8 A**	**62.6**
13	Raigrás Cetus	8835.2 b	46.0
	Trigo Charrua	2309.3 e	12.0
	TOTAL	**11144.4 A**	**58.0**

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra minúscula o seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Con respecto a la mezcla de avena más raigrás, los datos obtenidos fueron mayores a los reportados por García (1989), quien obtuvo en total 7000 kg. MS/ha en una mezcla de avena más raigrás diploide.

El raigrás Cetus tuvo mayor tasa de crecimiento que Titán en todos los cortes en la mezcla con avena Polaris. Analizando cada componente por separado de los tratamientos 6 y 7, la avena produjo más forraje que el raigrás, tanto Cetus como Titán, en el segundo corte. En el tercero y último se revirtió la situación, siendo las dos variedades de raigrás las que produjeron más. El raigrás superó a la avena en producción de forraje en este período, coincidiendo con Rebuffo (1994) que demostró la superioridad de raigrás a partir de fines de agosto en una mezcla con avena. La tasa de crecimiento de las dos especies aumentó hacia el tercer

corte, debido a que comenzó la encañazón con mayores tasas de crecimiento (Millot, 1981). Luego disminuyen hacia el último corte explicado fundamentalmente por la finalización de los ciclos, así como también factores climáticos adversos y a causas atribuibles al daño de ápices en el corte anterior que produjeron muerte de macollos en ambas especies.

Cetus registró mayor tasa de crecimiento y producción de materia seca que Titán en todos los cortes. Esto explicaría la mayor competencia que ejerció dicho material en la mezcla con avena, diferencias que se dieron en las primeras etapas de crecimiento y que se prolongaron en todo el ciclo de producción, determinando una menor tasa de crecimiento y producción total de la avena asociada a este cultivar. Probablemente el raigrás Cetus fue más agresivo en mezcla y logró mayor competencia y producción de materia seca. Los datos de emergencias evidencian una implantación más rápida para Cetus que para Titán, lo que no concuerda con lo reportado por García (1998).

Titán produjo menos forraje que Cetus en la mezcla con avena, pero esta produjo más en mezcla con Titán, logrando de este modo una cierta compensación de producción de forraje en todos los cortes.

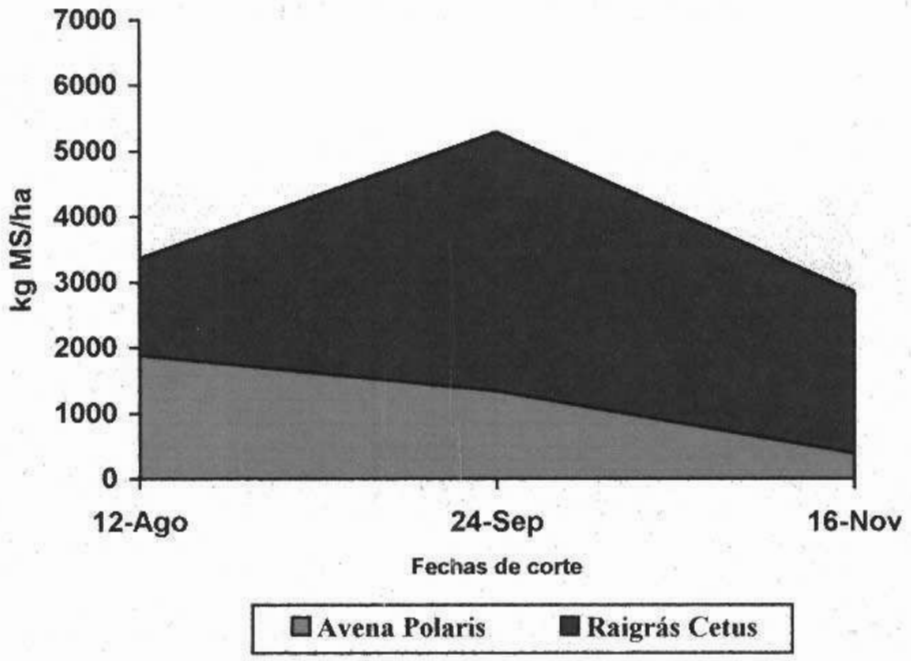
La producción total de forraje fue similar en los diferentes tratamientos, no evidenciándose diferencias significativas entre los mismos, indicando que las diferencias se dan en la producción estacional y no total. De todas formas, la mayor producción de forraje total se obtuvo con la mezcla de raigrás y triticale. Luego en el último corte predominó raigrás en la mezcla y logró similar producción que en los demás tratamientos (ver *Tabla 38*).

A mayor contribución de la especie acompañante en la mezcla, mayor producción total de forraje. Este es el caso del triticale, que contribuyó con un 37% al total de producción de la mezcla, logrando así mayor forraje total en la mezcla con Cetus. Le siguió la avena que logró 31% y por último el trigo con un 21% de aporte total. La producción dependerá de la época de siembra para que la especie acompañante pueda expresar su precocidad de producción de forraje.

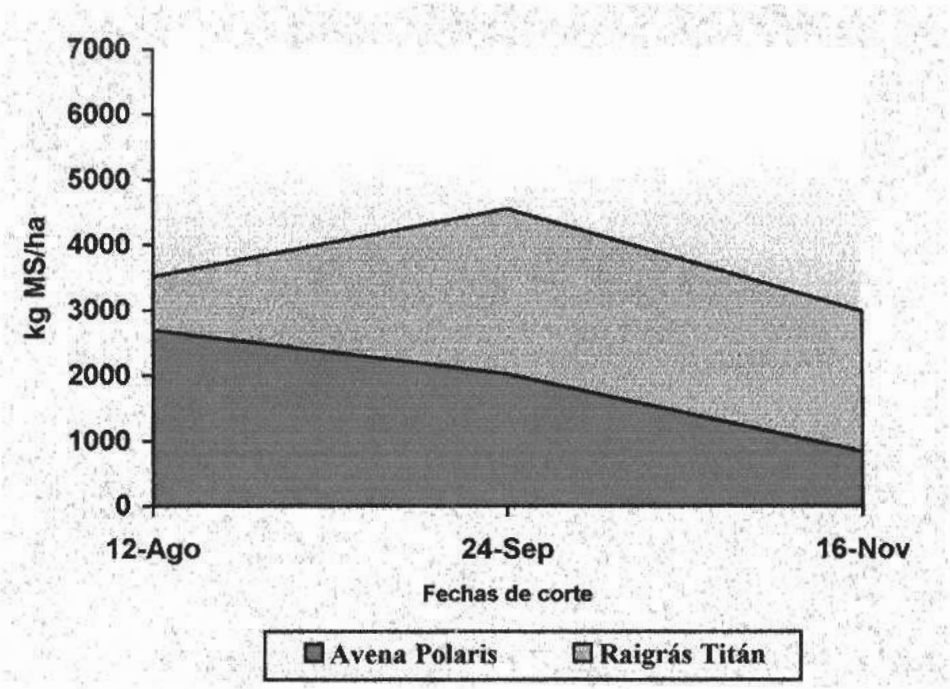
Lo descrito para el tercer y cuarto corte se vio reflejado en la producción y tasa de crecimiento total de cada componente de los tratamientos. Es decir, la producción y tasa de crecimiento total de cada componente disminuyó en comparación al verdeo puro al ser asociado en mezcla. Esto significa que al combinar especies de similar ciclo productivo en una mezcla, cada una rendirá

menos forraje en comparación a su siembra pura, debido a la competencia que se genera principalmente por luz y agua en períodos de baja disponibilidad.

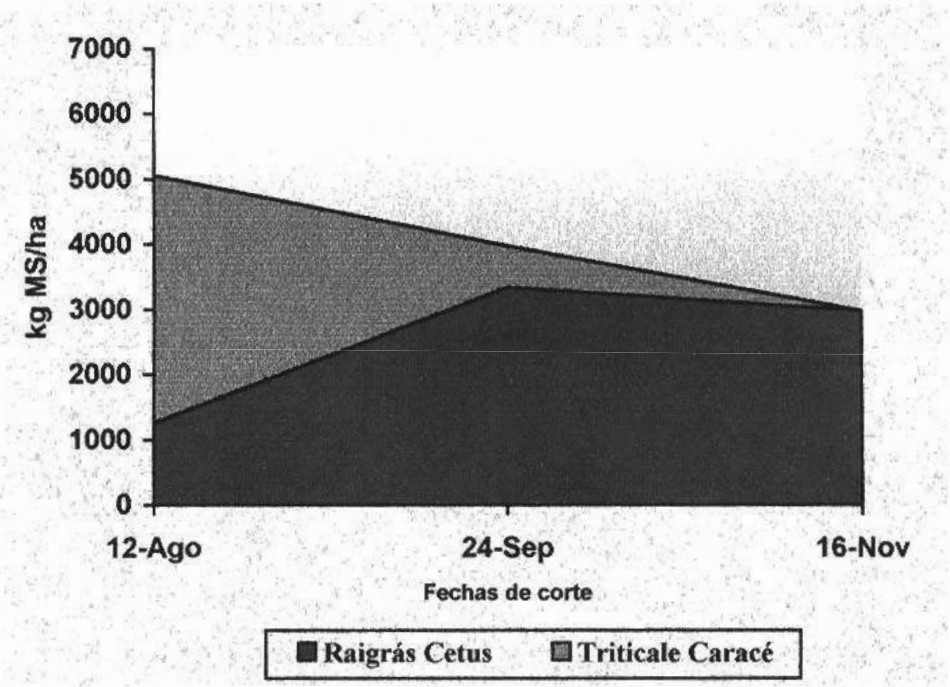
Cuadro 29. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 6.



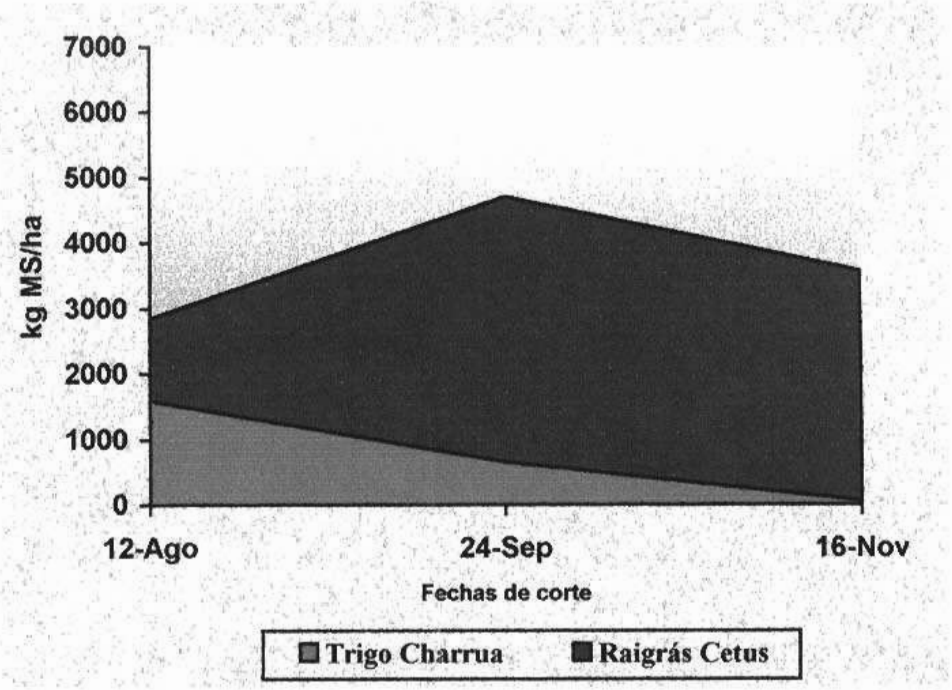
Cuadro 30. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 7.



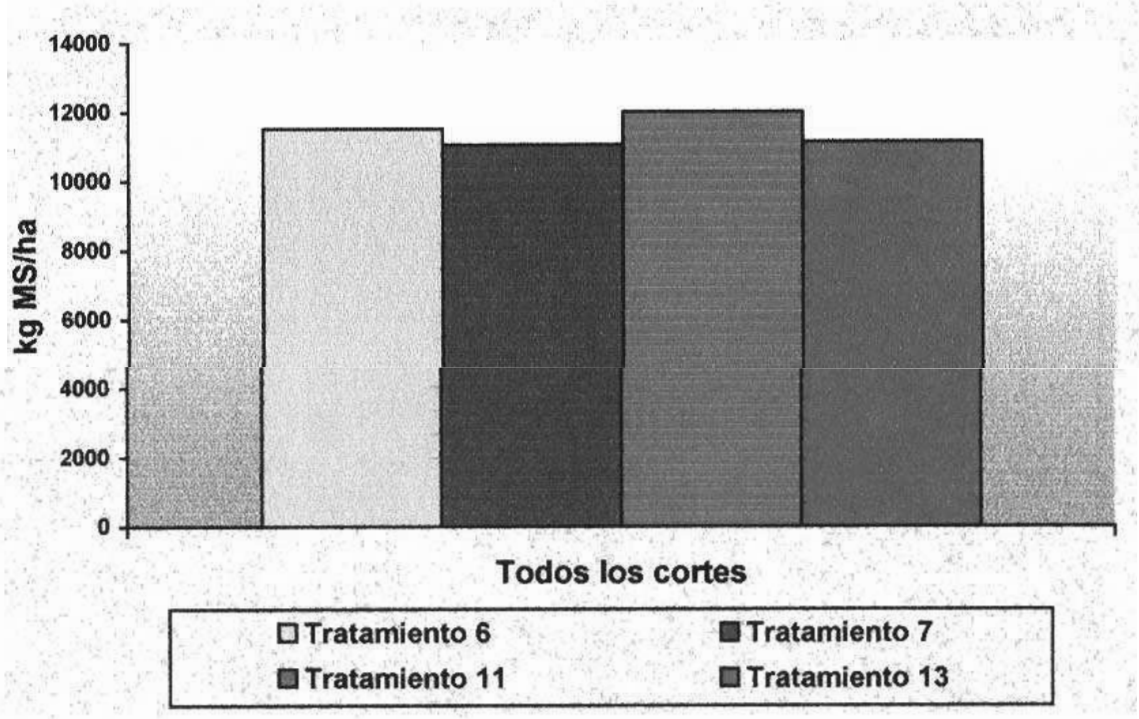
Cuadro 31. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 11.



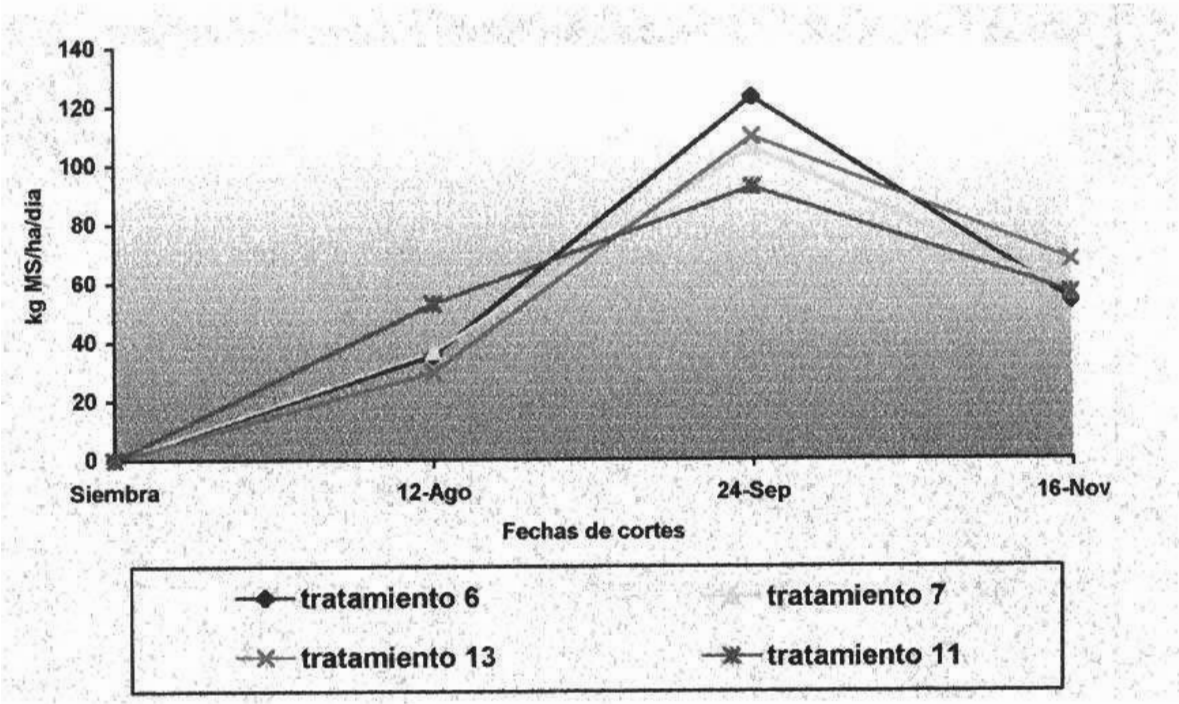
Cuadro 32. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 13.



Cuadro 33. Rendimiento Total de materia seca para las mezclas binarias.



Cuadro 34. Tasa de crecimiento para las mezclas binarias.



4.6.3. Mezclas complejas.

Aquí al igual que en mezclas binarias, el corte del 17 de junio no se efectuó, porque no produjeron un volumen de forraje considerable. En la siguiente tabla se presentan los datos de producción para las mezclas complejas en el segundo corte del 12/8/99.

4.6.3.1. Producción de forraje en el primer y segundo corte.

Tabla 39. Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al segundo corte de las mezclas complejas.

Trat.	Componentes	segundo corte 12/8/99 (kg MS/ha)	TCD al 2do. corte (kg. MS/ha/día)
8	Raigrás Cetus	1131.5 ab	11.8
	Avena Polaris	1409.3 b	14.7
	Trigo Charrua	990.7 c	10.3
	TOTAL	**3531.5 A**	**36.8**
9	Raigrás Cetus	351.9 g	3.7
	Avena Polaris	1509.3 b	15.7
	Trigo Charrua	646.3 d	6.7
	Cebada FNC-1	2888.9 f	30.1
	TOTAL	**5396.3 B**	**56.2**
10	Raigrás Cetus	683.3 d	7.1
	Avena Polaris	2677.8 f	27.9
	Avena Tucana	1194.4 b	12.4
	TOTAL	**4555.6 C**	**47.4**
12	Raigrás Cetus	581.5 d	6.1
	Avena Polaris	1294.4 ab	13.5
	Cebada FNC-1	3540.7 a	36.9
	TOTAL	**5416.7 B**	**56.5**

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra minúscula o seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Los tratamientos 12 y 9 fueron los de mayor rendimiento, no difiriendo significativamente entre sí. Estos tienen en común a cebada y avena como componentes de sus mezclas que son las especies que aportan más forraje en este

período. Les sigue en orden descendente en producción y tasa de crecimiento el tratamiento 10 quien difiere significativamente de los anteriores y a su vez del tratamiento 8 el cual logró el menor rinde y tasa de crecimiento diaria.

Los tratamientos 9 y 12 produjeron similar cantidad de forraje, a pesar de que el tratamiento 9 tiene un componente más (trigo) en su mezcla. Es probable que no existió beneficio adicional al agregarle esta especie con similar ciclo productivo.

Comparando cada componente en los diferentes tratamientos complejos, se observó que la producción de avena Polaris fue mayor en el tratamiento 10 que en el resto de los tratamientos. Esto daría la pauta de que las mezclas con trigo y cebada le ejercieron gran competencia (tratamientos 8, 9 y 12). Por su parte la producción de raigrás Cetus fue mayor en el tratamiento 8 seguidos por los tratamientos 10, 12 y 9 en ese orden. Esto indica que la producción de forraje de Cetus fue mayor cuando el tratamiento tuvo menos producción inicial, por la menor competencia de los demás componentes (ver *Tabla 39*).

Tanto trigo como cebada tuvieron mayor producción y tasa de crecimiento diaria en las mezclas de tres componentes frente a la de cuatro, dado por la mayor competencia inter-específica que pudo ocurrir. A su vez especies como trigo, avena Polaris y raigrás vieron disminuidos sus rindes al asociarse en mezclas complejas con otras especies comparados con el verdeo puro.

4.6.3.2. Producción de forraje en el tercer y cuarto corte.

Tabla 40. Producción de forraje y tasa de crecimiento diaria al tercer y cuarto corte de las mezclas complejas.

Trat	Componentes	3er. corte 24/9/99 (kg MS/ha)	TCD al 3er. corte (kgMS/ha/día)	4to. corte 16/11/99 (kg MS/ha)	TCD al 4to. corte (kgMS/ha/día)
8	Raigrás Cetus	2905.6 a	67.6	2175.9 b	41.1
	Avena Polaris	1268.5 c	29.5	666.7 c	12.6
	Trigo Charrua	738.9 d	17.2	100.0 f	1.9
	TOTAL	**4913.0 A**	**114.3**	**2942.6 A**	**55.5**
9	Raigrás Cetus	1731.5 bc	40.3	2740.7 a	51.7
	Avena Polaris	548.1 e	12.7	198.1 e	3.7
	Trigo Charrua	248.1 f	5.8	0.0	0.0
	Cebada FNC-1	1370.4 c	31.9	0.0	0.0
	TOTAL	**3898.1 B**	**90.6**	**2938.9 A**	**55.5**
10	Raigrás Cetus	2477.8 b	57.6	2218.5 b	41.9
	Avena Polaris	1001.9 d	23.3	296.3 d	5.6
	Avena Tucana	425.9 e	9.9	200.0 e	3.8
	TOTAL	**3905.6 B**	**90.8**	**2714.8 A**	**51.2**
12	Raigrás Cetus	2255.6 b	52.4	2642.6 a	49.9
	Avena Polaris	874.1 d	20.3	137.0 f	2.6
	Cebada FNC-1	1361.1 c	31.7	22.2 g	0.4
	TOTAL	**4490.7 C**	**104.4**	**2801.9 A**	**52.9**

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra minúscula o seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Para el tercer corte se modificó el orden de rendimiento de forraje en comparación con el segundo, el tratamientos 8 fue el más productivo, seguido del tratamiento 12. Por su parte los tratamientos 9 y 10 no tuvieron diferencias significativas entre sí, con similar producción de forraje y tasa de crecimiento diaria. Tanto raigrás como avena Polaris en el tratamiento 8 fueron las especies más productivas, siendo las que explicaron la superioridad de este tratamiento en este período.

El crecimiento de forraje de raigrás Cetus se incrementó notoriamente a medida que transcurrió la primavera, siendo la especie que mostró mayor producción y crecimiento diario a partir de esta fecha en adelante, por lo que la producción y tasa de crecimiento total de las mezclas se explica principalmente por el comportamiento del Cetus. En el tratamiento 8 la avena y el trigo también contribuyeron a obtener altas tasas de crecimiento total de 114 kg. de MS/ha/día.

En el cuarto corte los tratamientos no se diferenciaron significativamente entre sí en producción de forraje. Pero se puede decir que los que produjeron más forraje y tuvieron mayor tasa de crecimiento fueron el 8 y 9, seguidos por el tratamiento 12 y luego el 10. Los dos primeros tuvieron igual tasa de crecimiento, pero el 8 siguió siendo el que produjo mas forraje, ya que trigo y cebada en el tratamiento 9 no produjeron por finalizar su ciclo (ver *Tabla 40*).

Todos los tratamientos disminuyeron su producción y tasa de crecimiento hacia el último corte, explicado principalmente por la finalización del ciclo de las especies más invernales, dejando más espacio a las de habito más primaveral como lo es el raigrás. Es así que dicha especie fue el componente más estable en producción de forraje a lo largo del ciclo productivo, no disminuyendo tanto la producción y tasa de crecimiento hacia el último corte como sucedió con los otros componentes de las mezclas complejas.

La cebada y el trigo en mezcla con otras especies, en el último corte prácticamente no aportaron forraje o este es muy pobre, esto se explicaría principalmente por sus ciclos de producción otoño-invernales, determinando que hacia la primavera finalicen el ciclo con la consecuente disminución de la producción de forraje. Otras causas que pudieron acelerar la merma en producción de estas especies, puede atribuirse a su capacidad de competencia en mezclas, al tipo de corte al que fueron sometidas (frecuencia e intensidad de los mismos), y a que las especies precoces levantaron antes su punto de crecimiento y con los cortes fueron decapitados, perjudicando su crecimiento posterior (ver *Tabla 40*).

4.6.3.3. Producción total de forraje para las mezclas complejas.

Tabla 41. Rendimiento total y tasa de crecimiento diario para todo el ciclo (192 días) de las mezclas complejas.

Trat.	Componentes	Rendimiento Total (kg. MS/ha)	Tasa de crecimiento (Kg.MS/ha/día)
8	Raigrás Cetus	6213.0 a	32.3
	Avena Polaris	3344.5 d	17.4
	Trigo Charrua	1829.6 e	9.5
	TOTAL	**11387.1 A**	**59.2**
9	Raigrás Cetus	4824.1 c	25.1
	Avena Polaris	2255.5 e	11.7
	Trigo Charrua	894.4 f	4.7
	Cebada FNC-1	4259.3 cd	22.2
	TOTAL	**12233.3 A**	**63.7**
10	Raigrás Cetus	5379.6 b	28.0
	Avena Polaris	3976.0 d	20.7
	Avena Tucana	1820.3 e	9.5
	TOTAL	**11175.9 A**	**58.2**
12	Raigrás Cetus	5479.7 b	28.5
	Avena Polaris	2305.5 e	12.0
	Cebada FNC-1	4924.0 c	25.6
	TOTAL	**12709.2 A**	**66.1**

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra minúscula o seguidos por una misma letra mayúscula no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

Como se puede apreciar en la *Tabla 41*, los tratamientos de mezclas complejas no difirieron significativamente entre sí en el total de producción. Las diferencias entre las mezclas surgieron en los dos primeros cortes, ya que en el último no difirieron significativamente. De todas formas existieron diferencias desde el punto de vista agronómico que cabe describir.

Probablemente el similar rendimiento obtenido en el tratamiento 12 en comparación con el 9, se deba a una mayor complementariedad de las especies involucradas en todo el período de producción y una menor competencia al

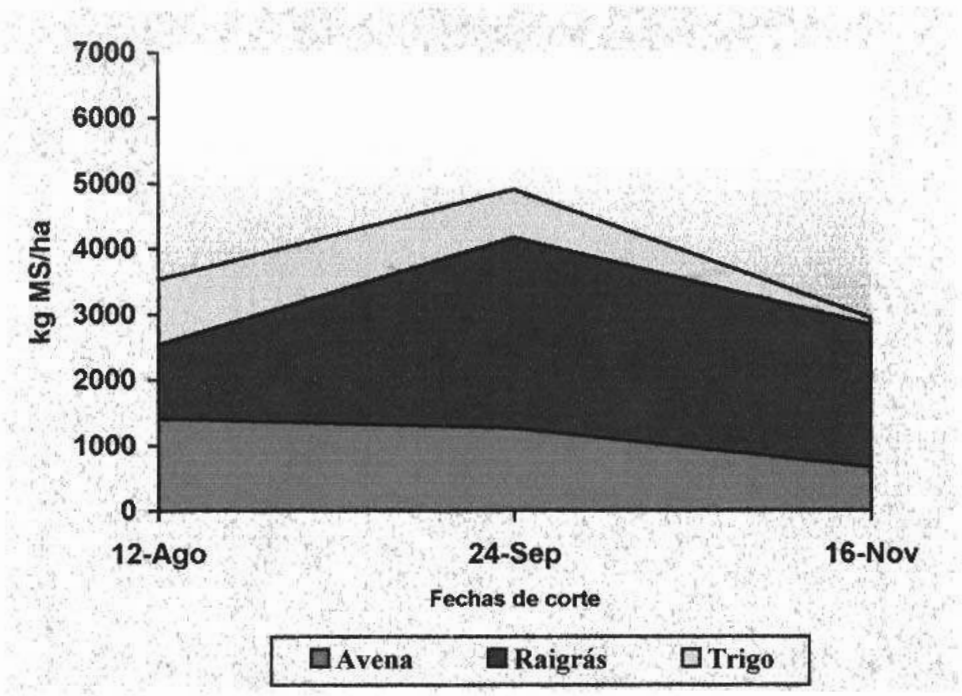
utilizar una mezcla de tres componentes frente a utilizar una de 4 como en el tratamiento 9. Si bien el trigo en este último aportó forraje a la producción total, su inclusión no determinó ningún beneficio adicional, y sí pudo haber afectado la producción de los demás integrantes de la mezcla, siendo el caso de raigrás y cebada donde existieron diferencias significativas entre tratamientos en algunos cortes. Comparando estos dos tratamientos, la mayor diferencia en producción y tasa de crecimiento se registró en el tercer corte, explicada principalmente por el comportamiento del raigrás y la avena, ya que la cebada no mostró diferencias relevantes entre ambos tratamientos.

Observando la producción total de los cuatro tratamientos, y solo describiéndolos desde el punto de vista agronómico, se apreció que las dos mezclas que incluyeron a la cebada fueron las que tuvieron mayor producción total de forraje (ver *Tabla 41*). A su vez, comparando los tratamientos 8 y 12 que tienen los mismos integrantes, excepto que se sustituye trigo por cebada, se pudo apreciar la superioridad en rendimiento total de este último, compuesto por raigrás, avena y cebada. Se podría deducir que la cebada tuvo mejor comportamiento en mezclas que el trigo, actuando como un integrante que ayuda en la complementariedad de las especies para aumentar la producción.

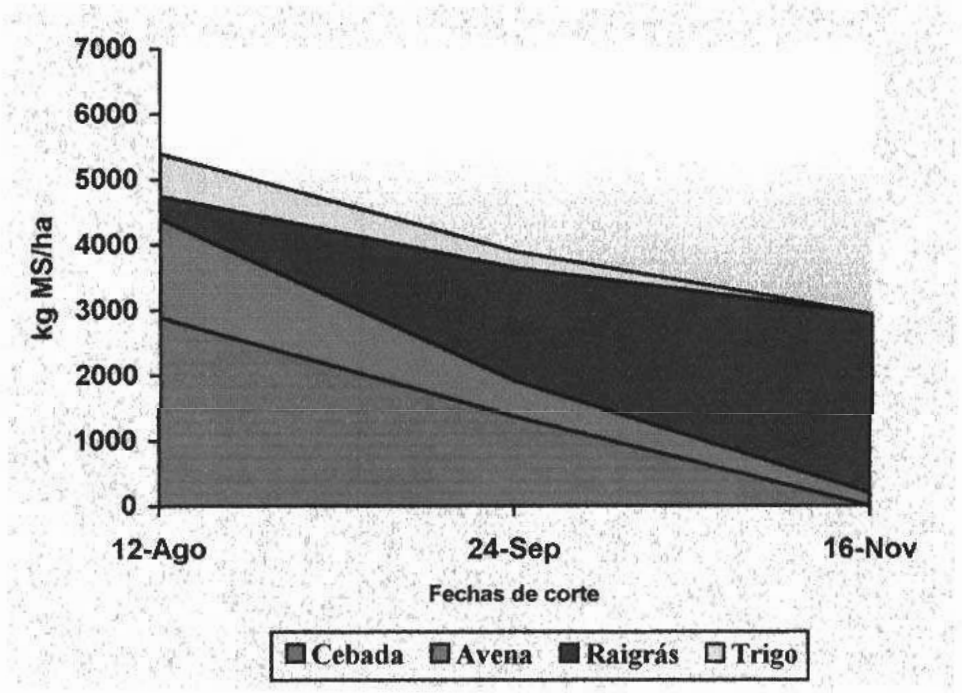
En lo referente al tratamiento 10, al comparar las dos variedades de avena, se observó que Polaris registró siempre mayor producción y tasa de crecimiento que Tucana a lo largo de todo el ciclo experimental.

Al igual que lo sucedido en mezclas binarias, la producción y tasa de crecimiento diaria de cada componente disminuyó al ser asociado el mismo en mezclas en comparación al verdeo puro (ver *Tabla 41*).

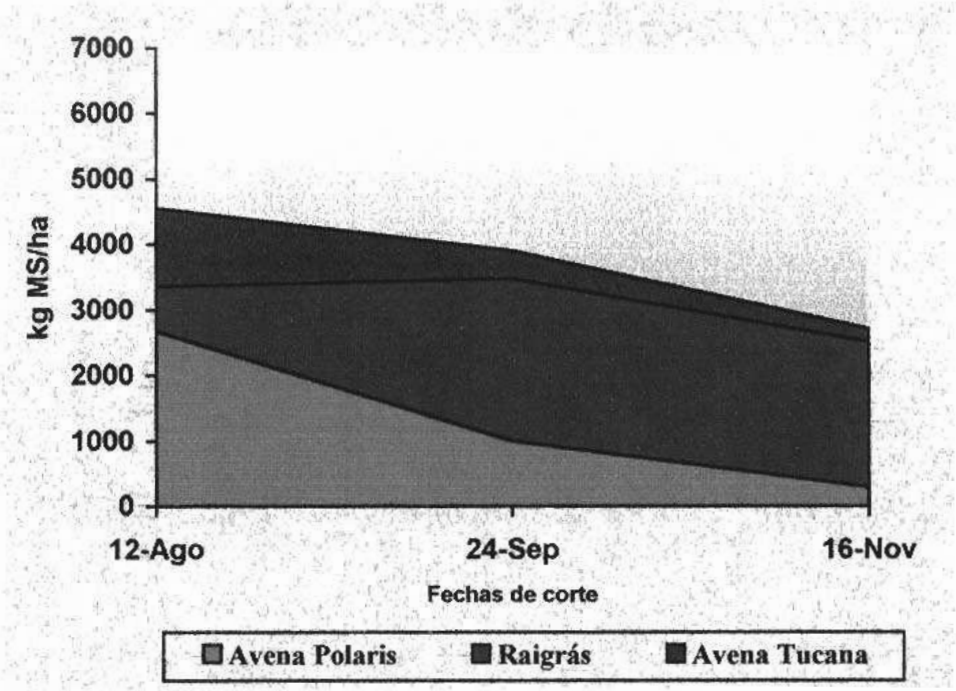
Cuadro 35. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 8.



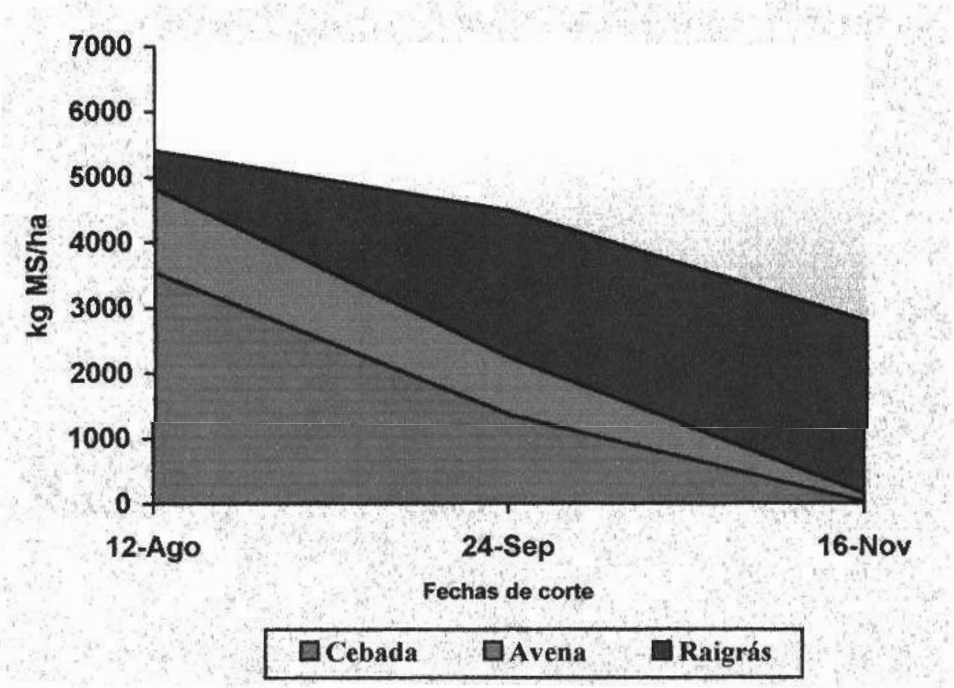
Cuadro 36. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 9.



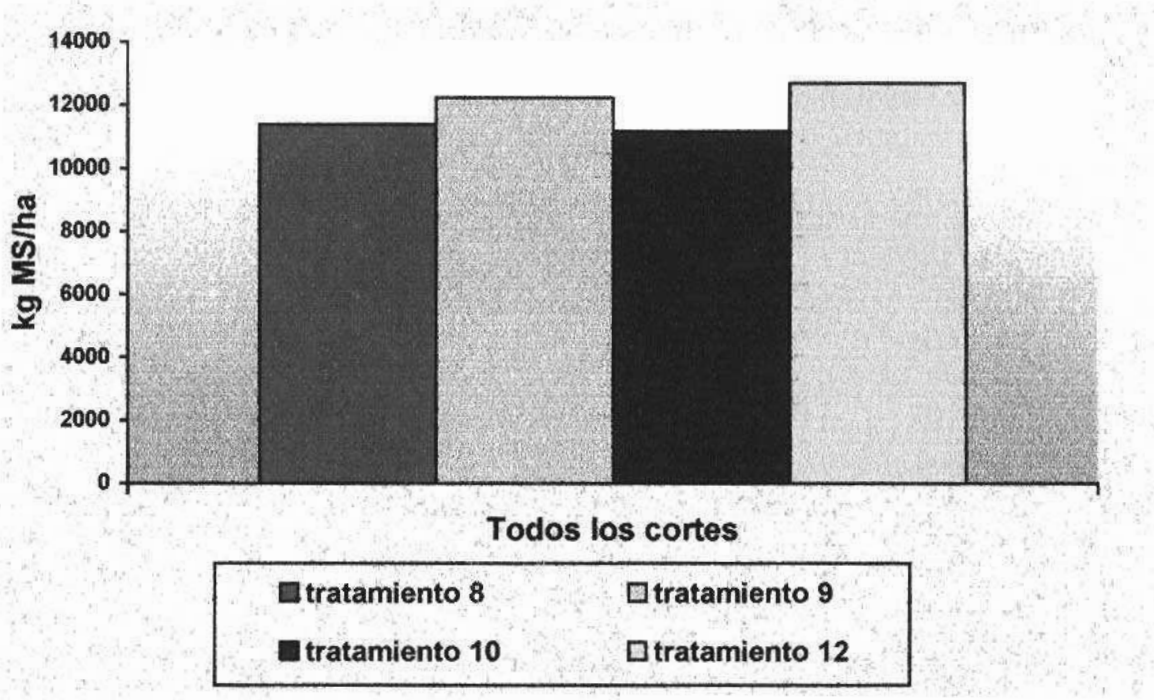
Cuadro 37. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 10.



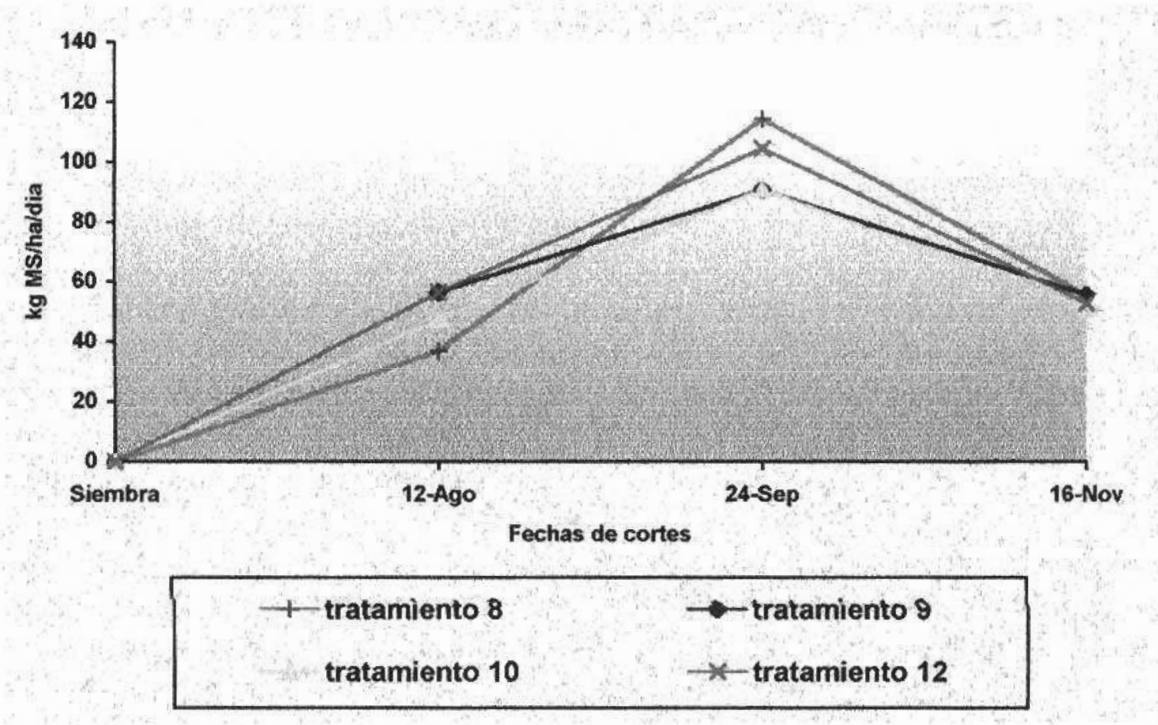
Cuadro 38. Contribución de los distintos componentes al tratamiento 12.



Cuadro 39. Rendimiento Total de materia seca para los tratamientos en mezclas complejas.



Cuadro 40. Tasa de crecimiento para los tratamientos en mezclas complejas.



4.6.4. Producción de forraje para todos los tratamientos y cortes.

Tabla 42. Producción de forraje para todos los tratamientos y cortes.

Trat	Especies y/o variedades	1er. corte 17/6/99 (kg MS/ha	2do. corte 12/8/99 (kg MS/ha	3er. corte 24/9/99 (kg MS/ha)	4to. corte 16/11/99 (kg MS/ha)	Rend. Total (kg MS/ha)
1	Cebada FNC-1	2530.0 a	3036.7 a	4588.9 b	911.1 b	**11066.7 a**
2	Trigo Charrua	1460.0 b	1636.3 b	4311.1 b	1544.4 c	**8951.9 c**
3	Raigrás Cetus	--------	1898.1 b	4416.7 b	3411.1 ef	**9725.9 b**
4	Raigrás Titán	--------	1857.4 b	4335.2 b	3246.3 e	**9438.9 bc**
5	Avena Polaris	1825.0 b	2376.9 c	4751.9 bc	3220.4 e	**12174.1 a**
6	3 + 5	--------	3372.2 d	5294.4 c	2851.9 d	**11518.5 a**
7	4 + 5	--------	3516.7 d	4555.6 b	2990.7 de	**11063.0 a**
8	3 + 5 + 2	--------	3531.5 d	4913.0 bc	2942.6 d	**11387.1 a**
9	3 + 5 + 2 + 1	--------	5396.3 e	3898.1 ab	2938.9 d	**12233.3 a**
10	3 + 5 + Av. Tucana	--------	4555.6 f	3905.6 ab	2714.8 d	**11175.9 a**
11	3 + 14	--------	5061.1 ef	3972.2 ab	2981.5 d	**12014.8 a**
12	3 + 5 + 1	--------	5416.7 e	4490.7 b	2801.9 d	**12709.2 a**
13	3 + 2	--------	2851.9 cd	4716.3 bc	3576.0 ef	**11144.4 a**
14	Triticale Caracé	3210.0 c	3303.0 d	3294.4 a	220.4 a	**10027.8ab**

Los valores de rendimiento de forraje en una misma columna seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

En la *Tabla 42* se detallan los datos de producción de forraje para todos los tratamientos y todos los cortes. Comparando los datos de producción al primer corte, se destacaron los verdeos puros como los más precoces, ya que estos aportaron el primer corte antes que las mezclas. Entre los verdeos puros la mayor producción correspondió al triticale.

Para el segundo corte no son comparables los tratamientos puros con las mezclas por tener los primeros un corte anterior. Se destacaron en producción de forraje las mezclas que combinan especies precoces como la cebada y el triticale con otras especies como raigrás que son de producción más tardía.

Para el tercer corte no existieron diferencias significativas entre mezclas con un componente precoz y los verdeos puros de raigrás o sus mezclas. En esta época, las mezclas con verdeos precoces dejaron lugar al raigrás y avena que son los que empiezan a producir forraje en mayor cantidad.

Cebada, triticale y trigo en el cuarto corte disminuyeron su producción, quedando como más productivo los tratamientos que incluían raigrás y avena. No hay diferencias significativas entre mezclas de especies y número de componentes, excepto la combinación trigo con raigrás que registró mayor producción en el último corte, aunque no diferente significativamente de las anteriores.

Las mezclas de raigrás con avena en los tratamientos 6 y 7 no superaron al verdeo puro de avena Polaris en el total de forraje y tampoco en los períodos de otoño-invierno y primavera. En la mezcla binaria de raigrás con trigo, la producción total de esta superó los componentes puros. En cambio la producción total de la mezcla de raigrás con triticale no superó el rendimiento total de triticale puro. Las mezclas binarias no superaron a raigrás Cetus puro en el tercer y cuarto corte pero sí en los dos primeros. Esto determinó la mayor producción en todo el ciclo de mezclas binarias frente a raigrás Cetus.

En cuanto al rendimiento total de forraje de todos los cortes, no existieron grandes diferencias entre los distintos tratamientos, destacándose como más productivos agronómicamente dos tratamientos complejos (9 y 12), un tratamiento binario (11) y uno puro (5). Esto indica que las diferencias entre mezclas de especies son estacionales y están dadas por los componentes que integran esas mezclas.

Los menos productivos fueron los tratamientos simples (2, 3, 4 y 14). La mezcla de raigrás y trigo superó a los componentes puros en la producción total de forraje pero no existieron diferencias estadísticas cuando se comparó la mezcla con el componente puro de mayor producción en los diferentes cortes. Se observó además cómo cuando se combinó raigrás y triticale, se obtuvo alto rendimiento total en comparación a sembrarlos puros separados, aunque no se alcanzó la diferencia estadística con respecto a triticale puro.

En general todas las mezclas dieron buenos resultados de producción de forraje. Al complementarse ciclos productivos en las mezclas, se obtuvo

estabilidad de producción, se alargó el período de aprovechamiento y se acortó el período siembra-primer pastoreo. No hubo diferencias significativas en el rendimiento de forraje total entre mezclas binarias y complejas, por lo cual al agregarle un componente adicional a la mezcla binaria no aumentaron los beneficios productivos en rendimiento total (ver *Tabla 42*). Sí hubieron ventajas al combinar especies con ciclos estacionales diferentes como cebada y triticale en mezclas con raigrás. Estas ventajas fueron la entrega temprana de forraje y mayor período de aprovechamiento.

Se destacó Avena Polaris pura en cuanto a producción total, precocidad de producción y en el largo de período de aprovechamiento.

Cuadro 41. Producción total para todos los tratamientos.

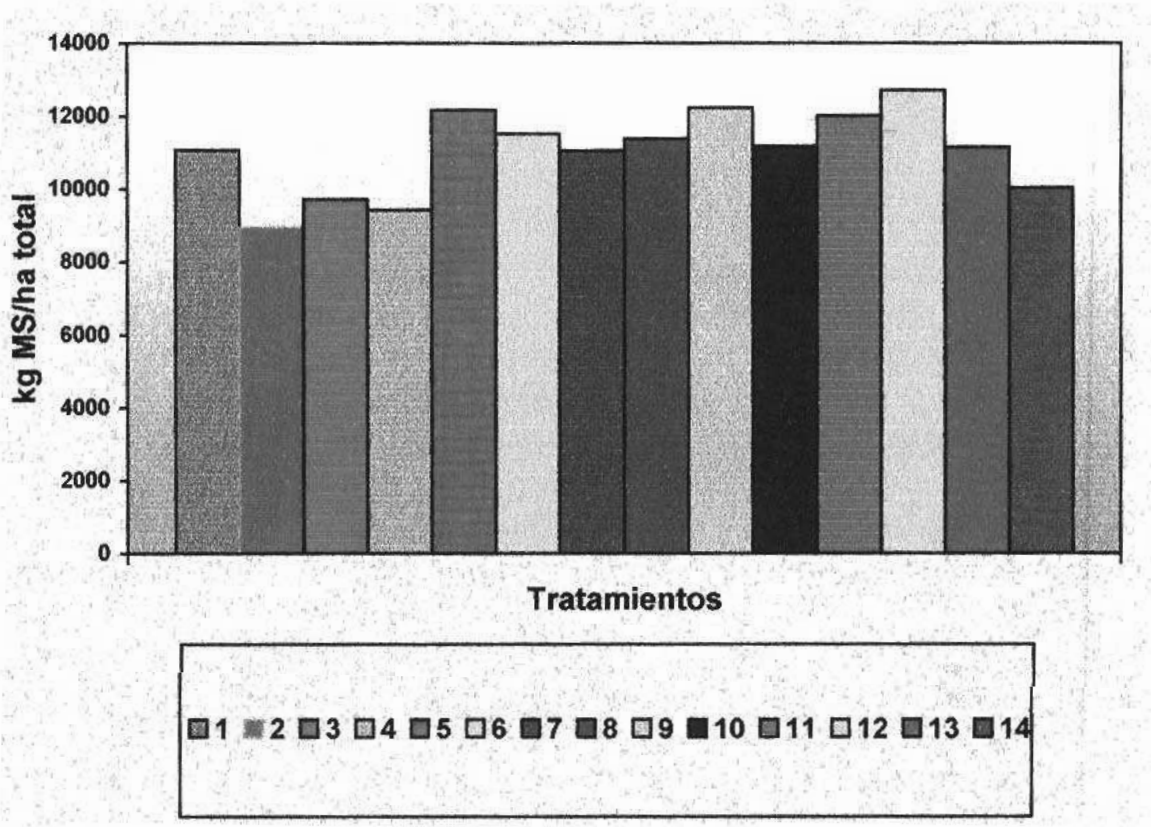


Tabla 43. Producción de forraje para todos los tratamientos en invierno y primavera expresados en kg. MS/ha y en porcentaje.

Trat	Especies y/o variedades	Otoño-invierno (kg. MS/ha)	porcentaje otoño-invierno	primavera (kg. MS/ha)	porcentaje primavera
1	Cebada FNC-1	5566.7	50.3	5500.0	49.7
2	Trigo Charrua	3096.3	34.6	5855.6	65.4
3	Raigrás Cetus	1898.1	19.5	7827.8	80.5
4	Raigrás Titán	1857.4	19.7	7581.5	80.3
5	Avena Polaris	4201.9	34.5	7972.2	65.5
6	3 + 5	3372.2	29.3	8146.3	70.7
7	4 + 5	3516.7	31.8	7546.3	68.2
8	3 + 5 + 2	3531.5	31.0	7855.6	69.0
9	3 + 5 + 2 + 1	5396.3	44.1	6837.0	55.9
10	3 + 5 + Av. Tucana	4555.6	40.8	6620.4	59.2
11	3 + 14	5061.1	42.1	6953.7	57.9
12	3 + 5 + 1	5416.7	42.6	7292.6	57.4
13	3 + 2	2851.9	25.6	8292.6	74.4
14	Triticale Caracé	6513.0	64.9	3514.8	35.1

Como se observa en la *Tabla 43*, se relaciona el aporte de forraje expresado en kg. MS/ha y en porcentaje por estación: otoño-invierno y primavera. Para otoño-invierno se asumió los dos primeros cortes con fechas 17/6 y 12/8 lo que corresponde prácticamente en su totalidad a invierno ya que la siembra fue el 8/5. Para primavera corresponden los dos últimos cortes: 24/9 y 16/11.

Los verdeos puros de cebada y triticale fueron los que aportaron más forraje en invierno con un 50 y 65 % respectivamente. El raigrás en cambio solo aportó un 20 % en este período.

Cuando se mezcla raigrás con avena, el aporte de la mezcla logró mejor balance en ambas estaciones, ya que el raigrás puro aportó un 20% en invierno y la mezcla con avena un 30% (tratamientos 6 y 7). Al sumarle por ejemplo cebada o triticale en mezclas con raigrás, se aumenta el aporte en invierno y baja en menor proporción el aporte en primavera. Como se demuestra claramente, los verdeos puros de cebada, triticale y avena y los tratamientos de mezclas 12, 9 y 11, aportaron más en invierno que el resto de los tratamientos. Esto se debe a que las mezclas 12 y 9 tienen cebada y el tratamiento 11 tiene triticale lo que los hacen

más precoces en producción de forraje, aportando un 40% en invierno de su producción total.

El raigrás aportó 20 % en invierno y 80 % en primavera. Esto concuerda con Peralta (1982), donde el raigrás aportó 30% de su forraje en invierno y 70% en primavera. En cambio en avena, trigo y cebada no hay coincidencia con este autor, quien obtuvo una proporción de 50-50 para los dos primeros y de 40-60 para cebada en invierno y primavera respectivamente. Para el caso de raigrás, los datos también concuerdan con Risso y Scavino (1978), donde aportó 20-80 en invierno y primavera respectivamente, pero no se coincide en avena 1095A donde estos autores obtuvieron una proporción de 50-50. Tampoco se concuerda con Leborgne (1984) quien obtuvo un 24% de aporte invernal de avena. El aporte porcentual en cada estación dependerá de varios factores como fecha de siembra, frecuencias de cortes, efecto año, variedades, etc. Peralta (1982) menciona además que las altas tasas de crecimiento de materia seca están relacionadas con el período reproductivo, es de gran importancia determinar el alivio para no perjudicar el mismo. Por esto las variaciones en fechas de cortes tienen gran importancia en las diferencias entre autores.

4.7. ESTUDIOS DE REGRESIÓN.

4.7.1. Rendimiento de forraje en relación al número de macollos

Tabla 44. Regresión lineal para rendimiento de forraje en kg. de MS/ha en función de el número de macollos de cada especie por tratamiento.

				Regresión lineal		
Trat.	Especie	Variedad	Coeficiente correlación	a	b	r2
1	Cebada	FNC-1	0.805	5.8	880.7	0.648
2	Trigo	Buck Charrúa	0,735	7.2	611.5	0540
3	Raigrás	INIA Cetus	-0,007	0,0	3264.2	0.001
4	Raigrás	INIA Titán	-0,096	-0,7	3487.4	0.009
5	Avena	INIA Polaris	0,447	2.5	2147.4	0.200
6	Raigrás	INIA Cetus	0,680	7,5	-462.7	0.463
	Avena	INIA Polaris	0,891	5,5	344.6	0.794
	TOTAL		0.882	5.0	1006.5	0.779
7	Raigrás	INIA Titán	0,288	1,6	1310.7	0.083
	Avena	INIA Polaris	1,000	5,9	603.6	1.000
	TOTAL		0.834	2.4	2431.3	0.695
8	Raigrás	INIA Cetus	0,334	1,5	1398.0	0.112
	Avena	INIA Polaris	0,989	3,4	625.5	0.977
	Trigo	Buck Charrúa	0,998	5,2	31.3	0.997
	TOTAL		0.830	2.2	2267.7	0.689
9	Raigrás	INIA Cetus	0,405	8,8	-633.0	0.174
	Avena	INIA Polaris	0,903	6,2	-5.8	0.815
	Trigo	Buck Charrúa	0,967	3,6	-78.4	0.935
	Cebada	FNC-1	0,482	6,7	677.3	0.232
	TOTAL		0.705	3.2	2209.4	0.497
10	Raigrás	INIA Cetus	-0,268	-5,7	3641.1	0.072
	Avena	INIA Polaris	0,946	13,0	-172.1	0.895
	Avena	INIA Tucana	0,468	4,5	294.1	0.219
	TOTAL		0.967	5.0	1169.4	0.935
11	Raigrás	INIA Cetus	0,222	2,0	1535.8	0.049
	Triticale	INIA Caracé	0,919	24,0	-449.5	0.844
	TOTAL		0.746	4.5	1473.5	0.558
12	Raigrás	INIA Cetus	-0,016	-0,3	1916.1	0.001
	Avena	INIA Polaris	0,990	6,7	8.5	0.981
	Cebada	FNC-1	0,840	15,7	-124.8	0.705
	TOTAL		0.917	5.4	1294.4	0.841
13	Raigrás	INIA Cetus	0,512	3,9	889.2	0.262
	Trigo	Buck Charrúa	0,916	6,1	-91.2	0.840
	TOTAL		0.568	2.0	2375.8	0.323
14	Triticale	INIA Caracé	0,857	11.7	636.3	0.735

La relación que existió entre rendimiento de forraje y número de macollos para cebada, trigo, avena y triticale fue muy alta en todos los tratamientos. Esto significa que el rendimiento de estas especies depende en gran medida del número de macollos. En cambio para el raigrás esta relación es baja tanto en tratamientos puros como en mezclas. Esto indicaría que en raigrás no sería tan importante la población de macollos para producir forraje ya que logra un número más alto y estable que las demás especies, estando más relacionado con el peso de esos macollos para rendimiento de forraje. En avena Polaris guarda más relación el número de macollos con el rendimiento de forraje cuando está en mezclas que puro. El número de macollos decrece al avanzar el ciclo pero en competencia con otras especies es mas acentuada la disminución, lo que hace más fuerte la relación entre número y rendimiento. También existen diferencias en correlación entre variedades de raigrás y avena y a su vez las mismas variedades entre tratamientos.

4.7.2. Rendimiento de forraje en relación al peso de macollos.

Tabla 45. Regresión lineal para rendimiento de forraje en kg. de MS/ha en función de el peso de macollos de cada especie para cada tratamiento.

				Regresión lineal		
Trat.	Especie	Variedad	Coeficiente correlación	a	b	r2
1	Cebada	FNC-1	0.068	233.3	2543.2	0.004
2	Trigo	Buck Charrúa	-0.023	-66.5	2314.4	0.001
3	Raigrás	INIA Cetus	0,499	1434,5	2227,0	0.249
4	Raigrás	INIA Titán	0,596	1864,1	1803,5	0.356
5	Avena	INIA Polaris	0.128	179.2	2829.7	0.017
6	Raigrás	INIA Cetus	0,721	3824,0	177,7	0.519
	Avena	INIA Polaris	-0,869	-618,6	2027,3	0.755
	TOTAL		-0.306	-2323.3	5486.7	0.094
7	Raigrás	INIA Titán	0,530	923,6	1205,3	0.281
	Avena	INIA Polaris	-0,952	-1168,1	3309,4	0.905
	TOTAL		-0.694	-1133.4	4660.3	0.482
8	Raigrás	INIA Cetus	0,413	1064,3	1487,9	0.170
	Avena	INIA Polaris	-0,983	-129,0	1421,7	0.975
	Trigo	Buck Charrúa	-0,936	-2457,1	2163,0	0.876
	TOTAL		-0.647	-1662.9	4939.7	0.418
9	Raigrás	INIA Cetus	0,978	2432,1	113,1	0.957
	Avena	INIA Polaris	-0,420	-578,1	1227,3	0.176
	Trigo	Buck Charrúa	0,967	1789,7	-37,2	0.936
	Cebada	FNC-1	0,968	1035,7	302,6	0.937
	TOTAL		-0.429	-1855.2	5511.8	0.184
10	Raigrás	INIA Cetus	0,950	2817,4	189,3	0.903
	Avena	INIA Polaris	0,185	700,5	505,3	0.034
	Avena	INIA Tucana	-0,172	-95,9	734,9	0.030
	TOTAL		-0.811	-6092.8	8343.3	0.658
11	Raigrás	INIA Cetus	0,788	3216,8	789,8	0.620
	Triticale	INIA Caracé	0,988	1622,7	-240,8	0.977
	TOTAL		-0.008	-61.3	4049.4	0.000
12	Raigrás	INIA Cetus	0,936	2568,6	332,9	0.876
	Avena	INIA Polaris	-0,705	-3358,8	3228,4	0.497
	Cebada	FNC-1	0,963	2363,8	-1174,0	0.927
	TOTAL		-0.639	-5205.4	8457.0	0.409
13	Raigrás	INIA Cetus	0,689	3218,6	1092,6	0.475
	Trigo	Buck Charrúa	0,517	2530,5	-577,7	0.267
	TOTAL		0.048	176.0	3608.0	0.002
14	Triticale	INIA Caracé	0,450	1277..0	489.8	0.203

Según estos datos, raigrás en mezclas obtuvo altas correlaciones positivas entre producción de forraje y peso de macollas, señalando que el rendimiento de forraje de esta especie está más influenciado por el peso que por el número de macollos. Por su parte avena Polaris en mezclas tiene correlaciones medias a altas, pero son negativas. Cuanto más pesan los macollos menos rendimiento de forraje se obtiene. Esto podría atribuirse a que en mezclas existe más competencia por luz y nutrientes que provoca dominancia apical, lo que favorece el crecimiento y elongación de entrenudos (macollos más pesados) en detrimento del macollaje. Esta respuesta a nivel vegetal, causa de que los rendimientos de forraje se depriman y el menor macollaje no es compensado con el aumento en peso de cada macolla.

Tanto triticale como cebada tuvieron correlaciones positivas en verdeos puros como estando en mezclas, pero en estas últimas las correlaciones fueron más altas. Esto significa que al igual que raigrás el rendimiento de forraje está más influenciado por el peso que por el número de macollos. Aquellas especies precoces, tienen alta relación con el peso ya que al primer y segundo corte pesan bien pero luego al ser decapitados no crecen más, no lograron tanto peso y el rendimiento de forraje decreció, lo que hizo más fuerte la relación peso-rendimiento. Avena Polaris en cambio tuvo alta correlación pero negativa, lo que significó que cuando más pesaron los macollos produjo menos forraje, debido a que logró los mayores pesos de macollos en el último corte. Esto podría explicarse a que al ser más tardía que cebada y triticale, pudo escapar al corte del punto de crecimiento, lo que produjo que luego del corte tuviera más capacidad de recuperar el peso de sus macollos hacia el momento en cual el rendimiento de forraje comenzó a decaer, produciendo correlación alta y negativa entre peso y rendimiento de forraje.

Como conclusión, en mezclas es menor el número de macollos y esta densidad decrece más rápidamente, lo que provocó correlaciones mayores. En peso sucede algo parecido, ya que en general las correlaciones fueron altas y positivas para todas las mezclas y todas las especies.

4.8. SÍNTESIS GENERAL DEL TRABAJO

Las emergencias de plantas tanto a los 20 y 40 días post-siembra fueron inferiores a los encontrados en la bibliografía. Se observaron emergencias escalonadas de plántulas en general para todas las especies.

Raigrás Cetus y Titán fueron las especies que registraron mayor número de plantas en los cuatro conteos en cualquiera de los tratamientos. Trigo, cebada, avena Polaris y triticale estando en mezclas tuvieron menor número de plantas en general para los cuatro conteos en comparación a puros.

Los porcentajes de implantación obtenidos para todas las especies fueron menores comparados con la bibliografía. El más bajo porcentaje de implantación lo registró raigrás en tratamientos simples y binarios, mientras que avena Polaris obtuvo el mayor porcentaje de implantación tanto sembrada pura o en mezclas.

No se encontraron diferencias en porcentaje de implantación para avena, trigo y triticale entre verdeos puros y binarios. Especies como cebada, avena y trigo bajaron el porcentaje de implantación en mezclas complejas en comparación con simples y binarias.

Los datos obtenidos de número de macollo por metro cuadrado para todas las especies fueron menores a los encontrados en la bibliografía. La mayor población de macollos se dio entre los 100 a 120 días post-siembra (mediados de agosto y principios de septiembre), disminuyendo los mismos hacia octubre y noviembre en general para todas las especies y todos los tratamientos.

Al igual que lo observado en dinámica de la implantación, a medida que aumenta el número de componentes de la mezcla, menor número de macollos de cada componente.

En general fueron las mezclas binarias las que obtuvieron mayor número total de macollos durante el período experimental, debido principalmente a la gran población de macollos de raigrás Cetus en estas mezclas.

El raigrás tuvo los mayores registros de macollos por metro cuadrado en todos los tratamientos, y a su vez mantuvo más alto y estable el número de macollos durante el transcurso del ciclo. Por su parte se destacó entre los verdeos puros triticale como la especie que más disminuyó la población de macollos,

acompañado en menor medida por trigo, cebada y avena, dejando en claro la mayor precocidad en el ciclo de estos cultivos frente a raigrás y a su vez entre ellos.

Los verdeos de cebada, trigo, triticale y avena obtuvieron menor número de macollos estando asociados en comparación a puros. A su vez, estando asociados disminuyen en mayor grado la población de macollos hacia el final del ciclo.

La especie que registró los mayores pesos de macollos en todos los conteos fue el triticale, seguido por avena Polaris, trigo, cebada y por último raigrás Titán y Cetus. Estos dos últimos tuvieron menores pesos de macollos pero más número por unidad de superficie.

El rendimiento de materia seca y la tasa de crecimiento de los verdeos puros al primer corte realizado el 17/6/99 fue mayor para triticale y cebada, seguido por avena Polaris y trigo Buck Charrua. En general los datos registrados son mayores a los de la bibliografía.

En el segundo corte realizado el 12/8/99 se mantuvieron las producciones y tasas de crecimiento más altas para triticale y cebada. Le siguió avena, correspondiendo las menores producciones de forraje para trigo y raigrás.

Hacia el tercer corte realizado el 24/9/99, fue tomando importancia la producción de raigrás en comparación con las otras especies, aumentando su aporte de forraje hacia la primavera. Por su parte hacia el cuarto corte, realizado el 16/11/99, trigo, cebada y triticale disminuyeron notoriamente su producción y tasa de crecimiento diaria, quedando en un plano intermedio avena.

Las mayores producciones totales de materia seca de los verdeos puros correspondieron a avena Polaris, cebada y triticale, registros intermedios obtuvieron raigrás Cetus y Titán, logrando una menor producción y tasa de crecimiento diaria el trigo Buck Charrua.

Dentro de las mezclas binarias, la combinación que obtuvo mayor rendimiento de forraje en el segundo corte fue la mezcla triticale más raigrás Cetus, seguidos en segundo lugar por la mezcla avena más raigrás Titán y Cetus respectivamente, logrando la menor producción y tasa de crecimiento la combinación de raigrás Cetus más trigo.

Hacia el tercer corte las mezclas binarias que produjeron más forraje fueron la combinación de raigrás Cetus con avena Polaris y trigo, seguidos por la mezcla de avena Polaris más raigrás Titán y por último raigrás Cetus más triticale.

En el cuarto corte de las mezclas binarias el mayor registro fue para raigrás Cetus más trigo, no habiendo diferencias significativas entre los demás tratamientos binarios.

No hubieron diferencias significativas en la producción total de los tratamientos binarios. En general se obtuvo un mayor período de aprovechamiento del forraje al asociar dos especies en comparación al verdeo puro, excepto para avena Polaris.

Dentro de las mezclas complejas, la que produjo mayor materia seca en el segundo corte fue la combinación de raigrás Cetus más avena Polaris y cebada FNC-1 (tratamiento 12), no siendo significativamente diferente con lo que produjo el tratamiento 9 que combinó estas mismas especies más el trigo.

En el tercer corte de los tratamientos complejos el que rindió más fue el 8, compuesto por raigrás Cetus, avena Polaris y trigo Charrua, seguido por los tratamientos 12, 10 y 9 en ese orden. Por su parte en el cuarto corte, así como en la producción total de forraje de todo el ciclo, no hubieron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos complejos.

La producción estacional y total así como la tasa de crecimiento diaria estacional y total de los componentes de las mezclas binarias y complejas fueron menores en comparación al verdeo puro.

En general, los raigrás fueron los componentes más estable en producción de forraje a lo largo del ciclo productivo, no disminuyendo tanto la producción y tasa de crecimiento hacia el último corte como sí sucedió con los otros componentes de las mezclas. Esto se vio tanto en mezclas binarias como complejas.

En el segundo corte se destacaron los tratamientos que incluyeron especies precoces como cebada o triticale.

Hacia el tercer corte comenzó a disminuir la producción de las especies precoces, existiendo menos diferencias entre tratamientos.

En el cuarto corte aquellos tratamientos que tuvieron como especies a raigrás y/o avena obtuvieron mejores resultados de producción.

En cuanto a la producción total de los diferentes tratamientos, sobresalieron como más productivos dos tratamientos complejos (9 y 12), uno binario (11) y uno puro (5). Los cuatro tratamientos que produjeron menos forraje con diferencias significativas de los anteriores fueron puros (2, 3, 4 y 14). En general no se registraron diferencias significativas en el rendimiento total de forraje de las mezclas complejas y binarias, así como tampoco entre estas y los verdeos puros de avena, cebada y triticale.

En cuanto al estudio de regresión, podemos destacar que en mezclas fueron mayores las correlaciones entre el número de macollos y el rendimiento de forraje. Esto se debería a que los macollos de las especies en las mezclas, tienen una disminución más acentuada de su población comparados a los macollos de los verdeos puros. En peso sucedió algo parecido, ya que las especies aumentaron las correlaciones en mezclas, debido a que el peso es más afectado por los cortes cuando las especies están en mezclas en comparación al verdeo puro. Avena Polaris tuvo buen peso en los últimos cortes, lo que hizo que tuviera correlaciones altas y negativas con el rendimiento de forraje.

5. CONCLUSIONES.

A pesar de que todos los tratamientos tuvieron bajos porcentajes de implantación, se obtuvieron altos rendimientos de forraje. Esto se explicaría por las compensaciones observadas entre componentes del rendimiento. Además pudieron haber existido efectos asociados al mayor potencial productivo de las nuevas variedades, a las frecuencias de corte utilizadas y a las condiciones ambientales favorables ocurridas después de la implantación.

Al mezclar especies y variedades se obtuvo una mayor densidad de macollos y esto compensó las menores implantaciones iniciales. Entre los componentes de las distintas mezclas se destacó raigrás Cetus porque mantuvo un alto número de macollos durante el transcurso del ciclo experimental. La mezcla de especies o variedades de ciclos productivos diferentes alargó el período productivo, debido fundamentalmente a la mayor sobrevivencia de macollos durante un lapso más prolongado.

Los tratamientos puros de triticale, cebada, avena y trigo fueron los más precoces en producción de forraje. Esto indicaría que los verdeos puros permiten utilizaciones más tempranas en sistemas intensivos, cubriendo las deficiencias del período otoño-invierno.

Raigrás fue la especie que aportó más forraje en primavera, siendo muy buen componente en mezclas con especies precoces como cebada, triticale y avena, lo cual permitió alargar el período de aprovechamiento y aumentó la producción total durante el ciclo de producción de la mezcla.

No existieron ventajas productivas al mezclar cuatro componentes de diferentes ciclos productivos. Por eso, se obtendrían mayores beneficios productivos al combinar menos especies y de ciclos complementarios. También la elección de los componentes dependerá de los objetivos productivos de cada situación en particular. Si se prioriza la producción temprana de forraje, los resultados de este trabajo sugieren el uso de verdeos puros de especies precoces como cebada, triticale y avena o mezclas de dichas especies. En cambio, si se requiere un período de aprovechamiento más largo, debería optarse por raigrás asociado con otro componente con mayor actividad invernal como cebada, triticale, avena o trigo.

Avena Polaris fue el cultivar que en siembra pura produjo más forraje durante el período experimental. Además se obtuvieron altos rendimientos en los primeros cortes. Esto hace que pueda ser importante en esquemas intensivos de invernada y lechería, además de tener posibilidad de utilizarla para doble propósito de forraje y heno/grano, para cubrir el déficit de invierno o para ampliar el período de aprovechamiento.

En general no se obtuvieron diferencias en producción total de forraje entre los diferentes tratamientos, pudiendo concluirse que las mezclas no fueron superiores frente a los verdeos puros, excepto para el caso de raigrás y trigo en siembras puras en las que fueron superados por las mezclas que los incluían.

De acuerdo a la información obtenida en este trabajo, el uso de mezclas sería relevante porque asegurarían el pastoreo durante períodos críticos del año aún bajo condiciones climáticas extremas como las ocurridas en el año de evaluación. Las mezclas combinaron diferentes ciclos productivos, permitiendo mantener una producción más estable en cantidad y calidad de forraje durante un período más largo de aprovechamiento.

A pesar de no haber sido evaluada en este trabajo, otra ventaja de las mezclas con raigrás, sería la alta calidad que mantuvo esta especie, que permaneció verde cuando otras ya habían finalizado su ciclo.

6. RESUMEN

Los objetivos de este trabajo consistieron en evaluar el comportamiento agronómico, la dinámica poblacional y producción de forraje de diferentes especies y / o variedades invernales puras y en mezclas. Se sembraron catorce tratamientos puros y mezclas en una fecha tardía del 8 de mayo de 1999, donde se determinó número de plantas /m^2 a los 11, 20, 30 y 40 días post-siembra y número de macollos /m^2 a los 98, 118, 166 y 191 días post-siembra. También se efectuaron cortes de forraje a los 40, 96, 139 y 192 días post-siembra con el objetivo de evaluar producción de forraje estacional y total. Se logró menor implantación evaluado a los 40 días y menores valores de macollo /m^2 en todos los registros en comparación a lo reportado en la bibliografía. En el primer corte (17/6), las especies sembradas puras lograron acumular forraje para el primer aprovechamiento antes que las mezclas. En el segundo corte (12/8), las mezclas que incluían especies precoces como cebada o triticale se destacaron frente a los demás tratamientos. En los siguientes cortes tuvieron mayor producción los tratamientos que incluían avena y / o raigrás, ya que aportan forraje más tardíamente. Tomando todo el ciclo de producción, las mezclas obtuvieron buenos resultados frente a los tratamientos puros. El raigrás puro rindió menos forraje comparado con las mezclas que incluían a dicho material con otras especies que complementaron su ciclo, mientras que la avena pura logró muy buena producción estacional y total que no difirió significativamente con sus mezclas.

7. SUMMARY.

The objectives of this work consisted on evaluating the agronomic behavior, the populational dynamics and production of forage of different species and / or pure winter varieties and in mixtures. Fourteen pure treatments and mixtures were sowed in a late date of May of 1999, 8 where number of plants /m2 was determined at the 11, 20, 30 and 40 days post-sows and number of tillers /m2 at the 98, 118, 166 and 191 days post-sows. Forage courts were also made at the 40, 96, 139 and 192 days post-sows with the objective of evaluating production of seasonal and total forage. Smaller installation was achieved evaluated to the 40 days and smaller values of tiller /m2 in all the registrations in comparison to that reported in the bibliography. In the first court (17/6), the pure sowed species were able to accumulate forage for the first use before the mixtures. In the second court (12/8), the mixtures that included precocious species as barley or triticale stood out in front of the other treatments. In the following courts they had bigger production the treatments that included oat and / or raigrás, since contributes forage more belatedly. Taking the whole production cycle, the mixtures obtained good results in front of the pure treatments. The pure raigrás surrendered less forage compared with the mixtures that included to this material with other species that supplemented its cycle, while the pure oat achieved very good seasonal and total production that didn't differ significantly with its mixtures.

8. BIBLIOGRAFÍA.

1) ACOSTA, Y . 1980. Comparaciones productivas entre líneas puras y mezclas de *Avena bizantina*, C. Koch. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 153 p.

2) AHUNCHAIN, M.; RESTAINO, E.; CIBILS, R.; RISSO, D.; y A. ZARZA. 1997. Verdeos de Invierno; variedades doble propósito. In Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Intensiva. Ed. Restaino, E y E.Indarte. Montevideo, INIA. pp. 67-76. (INIA Serie Técnica, Nº 15).

3) ALVAREZ, E; DIAZ, R y C. GONZALEZ.1982. Competencia en doce siembras asociadas de cultivos y pasturas. In. Siembras Asociadas II. Colonia, CIAAB. 21 p.

4) AMIGONE, M.A y A.M KLOSTER. 1997. Verdeos de invierno. Jornada para productores y profesionales. EEA Marcos Juárez, pp. 1-7.

5) AMIGONE, M.A; KLOSTER, A.M.; DOMÍNGUEZ, M. Y C. CHAVES.1996. Densidad de siembra y fertilización de verdeos en el centro sur de Córdoba. Información para Extensión. Nº 29, EEA INTA Marcos Juárez, 10 p.

6) ARTOLA, A. 1972. Efectos de la fertilización nitrogenada y espaciamiento en la producción de semilla de raigrás anual *Lolium multiflorum* LAM. cultivar "La Estanzuela 284". Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 60 p.

7) BEMHAJA, M. 1996. INIA Caracé Triticale. Montevideo, INIA. 11 p. (INIA Serie Técnica, Nº 77).

8) BEMHAJA, M y M. CASTRO. 1996. Evaluación Nacional de Triticale, Unidad "La Magnolia". In. Sistema Ganadero La Magnolia. Montevideo, INIA. pp. 19-22. (Serie Actividades de Difusión, Nº 105).

9) BEMHAJA, M. y M. CASTRO. 1997. Triticale. Producción de Forraje y Grano. In. Jornada de Cultivos de Invierno. Colonia, INIA. p. 24-29. (Serie Actividades de Difusión, Nº 125).

10) BEMHAJA, M.; CASTRO M. y F. CONDON. 1998. Triticale. Producción de Forraje y Grano. In. Jornada de Cultivos de Invierno. Colonia, INIA. pp. 42-47.

11) BEMHAJA, M; RISSO D. F.; ZARZA A. y M. DEL CAMPO. 1995.Evaluación de Triticale bajo Pastoreo con Terneros. In Producción y utilización de forraje. Tacuarembo, INIA. pp. 20-23. (Serie Actividades de Difusión N° 65).

12) CAFFAREL, J. 1999. Programa Nacional de Evaluación de Cultivares. Cultivos de Invierno. In. Jornada de Cultivos de Invierno. Colonia, INIA. p. 20.

13) CARAMBULA, M; AYALA, W; BERMUDEZ, R y E. CARRIQUIRY. 1996. Verdeos de invierno asociados. Montevideo, INIA.17 p. (Boletín de Divulgación N° 58).

14) CASTRO, A. 1997. Cebada. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía 124 p.

15) CASTRO, M. 1996. Evaluación de cultivares de trigo para doble propósito. In. Jornada de Cultivos de Invierno. Colonia, INIA. pp. 37-39. (Serie Actividades de Difusión, 94)

16) CHIARA, G. 1975. Verdeos de Invierno. In. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. No. 2. p. 25. Abril-Junio, 1975.

17) CIBILS, R.; ABADIE, T.; GANZABAL, A. y D. RISSO. 1990. Descripción de variedades y manejo de Trigo doble propósito. In. Jornada Cultivos de Invierno. Colonia, CIAAB La Estanzuela. pp. 1-3.

18) DIAZ, R; LEGUISAMO, N. y A. URCHIPÍA. 1993. Pastoreo de Trigo. Revisión Bibliográfica. Colonia, INIA. 21p.

19) GALLINAL, F. y D. SCARON. 2000. Implantación y productividad de verdeos invernales introducidos en siembra directa sobre tapices naturales mejorados con *Lotus Subbiflorus* cultivar. cv. El Rincón. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

20) GARCIA, J. 1989. Verdeos invernales. MGAP informa (Uruguay) (3^{era} época) N° 5; 8-9 p.

21) GARCIA, J. 1996. Producción de forraje de pasturas cultivadas en la región litoral sur. In. Producción y manejo de pasturas. Tacuarembo, INIA. pp. 163-165. (Serie Técnica, N° 80).

22) GARCIA, J. 1997. Biología de las plantas forrajeras. In Forrajeras Tomo I. Montevideo, Facultad de Agronomía,. 45-59 p.

23) GARCIA, J. 1998. Titán y Cetus. Nuevos cultivares de raigrás de INIA. In. Jornada Lechería y Pasturas INIA 1998. Colonia, INIA. p. 91-94. (Serie Actividades de Difusión, N° 163)

24) GARDNER A. L.; ALBURQUERQUE H. E.; y G. R. DE LUCIA. 1968. Producción de Forraje de Raigrás Anual y Cereales de Invierno en La Estanzuela. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Colonia, CIAAB. Boletín N° 9.

25) GERMAN, S.; GARCIA, J.; ABADIE, T. y R. VERGES. 1983. Producción de Forraje y Grano en Trigo. In. Jornada de Cultivos de Invierno. Colonia, CIAAB. pp. 1-8.

26) HOFFMAN, E. 1995. Respuesta de los cultivos de invierno a la densidad de siembra. I. Trigo. Cangüé. Año II. N° 3: 8-12.

27) HOFFMAN, E. 1996. Respuesta de los cultivos de invierno a la densidad de siembra. II. Cebada. Cangüé.. N° 7: 23-26.

28) INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. 1994. Avena INIA LE Tucana. Colonia, INIA. 12 p.

29) JEWISS, O.R. 1972. Tillering in grasses, its significance and control. J. Br. Grassld. Soc. 27, pp. 65-82.

30) JUNCAL, A y O. TERZACHI. 1979. Evaluación de la producción de forraje y semillas de cultivos anuales invernales en la zona Norte. Tesis Ing. Agr.. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 123 p.

31) JONES, C. 1991.Efecto del macollaje sobre el rendimiento y componentes del rendimiento por planta en cuatro cultivares de trigo (*Triticum aestivum., L*) Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 96 p.

32) LEBORGNE, R. 1984. Antecedentes Técnicos y Metodología para presupuestación en Establecimientos Lecheros. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 54 p.

33) LEGUISAMO N. A. Y B. A. URCHIPIA. 1992. Fertilización nitrogenada de trigos de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 121 p.

34) MILLOT, J.C. *et al* .1981. Avena. Colonia, CIAAB. 22 p.

35) MILLOT, J.C. 1999. Mezclas forrajeras. Informe consultoría. Sin publicar.6 p.

36) OLANO, A. 1994. Crecimiento y desarrollo. Montevideo. Facultad de Agronomía. 44 p.

37) OLAZÁBAL, G y J.C. SUBURÚ. 1985. Efecto de la fertilización nitrogenada, densidad de siembra y defoliación sobre la producción de grano de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 88p.

38) PERALTA, A. 1982. Instalación de pasturas asociadas con cultivos forrajeros. Tesis Ing. Agr.. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 50 p.

39) RISSO, D Y SCAVINO, J. 1978. Producción y distribución de forraje de gramíneas invernales. In. Pasturas IV. MGAP, CIAAB. Miscelánea N° 18 Montevideo, Uruguay.

40) REBUFFO, M. 1995. Fertilización nitrogenada en verdeos invernales. In Jornada de Cultivos de Invierno. Colonia, INIA. pp. 55-61. (Serie Actividades de Difusión, N° 50).

41) REBUFFO, M.1997. Avena sativa INIA Polaris; denominación experimental LE 87-203. Colonia, INIA. 16p.

42) REBUFFO, M. 1997. Oat use and production in Uruguay. In. Third South American Oats congress. La Estanzuela, Uruguay. the Quaker Oats Company, INIA. pp. 25-28.

43) REBUFFO, M. 1998. Avena sativa INIA Polaris. In. Jornada Lechería y Pasturas. INIA La Estanzuela. pp. 95-102. (Serie Actividades de Difusión, Nº 163).

44) REBUFFO, M.; ALTIER, N.; DIAZ, M. y S. PEREYRA. 1996. Mejoramiento genético de avenas forrajeras. In. Producción y manejo de pasturas. Tacuarembo, INIA. pp. 141-143. (Serie Técnica Nº 80).

45) UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMIA. 1997. Forrajeras Tomo I. Montevideo, Facultad de Agronomía. 121 p.

46) UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMIA. 1997. Forrajeras Tomo II. Montevideo, Facultad de Agronomía. 153 p.

47) URUGUAY. DIEA. 1999. Algunos indicadores técnicos sobre cultivos de invierno. http://www.mgap.gub.uy/DIEA/Encuestas/SE194/agri98.html#CultivosInvierno.

48) URUGUAY. OPYPA. 1999. Series históricas anuales. http://www.mgap.gub.uy/opypa/bdd/series.asp