

Fe 27 53  
1983

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ALTERNATIVAS PARA CEREALES DOBLE PROPOSITO

por

Verónica CUITIÑO CARRO  
Alan HOWE CARBAJAL

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2001

Tesis aprobada por:

Director: MÓNICA REBUFFO *Mónica Rebuffo*  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

Fecha: 29 MAYO, 2001

Autor: VERÓNICA CURTIÑO *Verónica Curtiño*  
Nombre completo y firma

FLAN HOWE *[Signature]*  
Nombre completo y firma

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	IV
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	3
2.2 <u>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS CEREALES</u>	
<u>DOBLE PROPÓSITO</u> .....	5
2.2.1 <u>Trigo</u> .....	5
2.2.1.1 <u>Rendimiento de grano</u> .....	6
2.2.1.2 <u>Producción de forraje</u> .....	8
2.2.2 <u>Avena</u> .....	9
2.2.2.1 <u>Rendimiento de grano</u> .....	10
2.2.2.2 <u>Producción de forraje</u> .....	11
2.2.3 <u>Cebada</u> .....	12
2.2.3.1 <u>Rendimiento de grano</u> .....	14
2.2.3.2 <u>Producción de forraje</u> .....	15
2.2.4 <u>Triticale</u> .....	16
2.2.4.1 <u>Rendimiento de grano</u> .....	17
2.2.4.2 <u>Producción de forraje</u> .....	18
2.3 <u>COMPARACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES</u>	
<u>QUÍMICOS EN CULTIVOS DOBLE PROPÓSITO</u> .....	20
2.3.1 <u>Valor nutritivo del forraje</u> .....	20
2.3.2 <u>Rendimiento de forraje y calidad</u> .....	29
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	33
3.1 <u>LOCALIZACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO</u> .....	33
3.2 <u>CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PERÍODO</u>	
<u>EXPERIMENTAL</u> .....	34
3.3 <u>GENOTIPOS UTILIZADOS</u> .....	34
3.3.1 <u>Trigo</u> .....	35
3.3.2 <u>Avena</u> .....	35
3.3.3 <u>Cebada</u> .....	36
3.3.4 <u>Triticale</u> .....	37
3.4 <u>MANEJO DE DEFOLIACION</u> .....	38
3.5 <u>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</u> .....	38

3.5.1	<u>Momentos de corte para forraje y grano</u> .....	38
3.5.2	<u>Determinaciones</u> .....	39
3.5.2.1	Rendimiento de grano y componentes de rendimiento .....	39
3.5.2.2	Sanidad .....	39
3.5.2.3	Rendimiento de forraje y componentes .	40
3.5.2.4	Valor nutritivo del forraje .....	40
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	41
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	43
4.1	<u>PRODUCCIÓN DE GRANO</u> .....	43
4.1.1	<u>Rendimiento de grano</u> .....	43
4.1.2	<u>Componentes de rendimiento</u> .....	48
4.1.3	<u>Rendimiento de biomasa</u> .....	51
4.1.4	<u>Índice de cosecha</u> .....	52
4.2	<u>PRODUCCIÓN Y EVOLUCIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE</u> .....	54
4.2.1	<u>Producción de forraje</u> .....	54
4.2.2	<u>Componentes de la planta</u> .....	57
4.2.3	<u>Valor nutritivo del forraje</u> .....	58
4.2.4	<u>Rendimiento de MS y composición nutricional</u> .....	61
4.2.4.1	Trigo .....	62
4.2.4.2	Avena .....	65
4.2.4.3	Cebada .....	68
4.2.4.4	Triticale .....	70
5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	73
6.	<u>RESUMEN</u> .....	75
7.	<u>SUMMARY</u> .....	77
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	79
9.	<u>APÉNDICES</u> .....	93

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1. Resumen de la información de contenido (%) de MS y valor nutritivo (PC, DMO, DMS, FDA, FDN) en avena, cebada, triticale y trigo en los estados de embuche, floración, grano A-L y grano P-D .....	23
2. Resumen de la información de rendimiento de MS y nutrientes (PC, DMO, DMS, FDA, FDN) en avena, cebada, triticale y trigo en los estados de embuche, floración, grano A-L y grano P-D .....	26
3. Precipitaciones para el año 1998, 1999 y promedio histórico para el período 1965-1999 ....	34
4. Fechas de cosecha para forraje y grano .....	38
Figura N°	
1. Ensayo: Alternativas para cereales doble Propósito .....	42
2. Producción de grano (kg/ha) .....	44
3. Densidad de espigas (esp/m <sup>2</sup> ) .....	50
4. Granos por espiga (n° granos/esp) .....	50
5. Peso de 1000 granos (g) .....	50
6. Producción de biomasa (kg/ha) .....	51
7. Índice de cosecha (%) .....	53

8. Producción de forraje (kg/ha de MS) a partir del 15 de setiembre (estado de 3 nudos), para trigo, triticale y avena .....	55
9. Evolución del contenido de FDA (% , línea continua) y de la relación hoja/tallo (línea punteada) durante la etapa reproductiva para trigo, triticale y avena .....	60
10. Rendimiento y contenido de MS y nutrientes para los genotipos de trigo, expresado en kg/ha y %. A) Tijereta; B) LE 2271 .....	64
11. Rendimiento y contenido de MS y nutrientes para los genotipos de avena, expresado en kg/ha y %. A) 1095a; B) Polaris .....	67
12. Rendimiento y contenido de MS y nutrientes para los genotipos de cebada, expresado en kg/ha y %. A) Quebracho; B) CLE 178 .....	69
13. Rendimiento y contenido de MS y nutrientes para los genotipos de triticale, expresado en kg/ha y %. A) LETR 25; B) LETR 4 .....	72

## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay la producción de forraje presenta una marcada estacionalidad, con picos de máxima producción en otoño y primavera y picos de mínima producción en invierno y verano. La baja oferta de forraje en verano se debe principalmente a deficiencias hídricas, consecuencia de una alta demanda atmosférica, mientras que en invierno el déficit es mayor debido a bajas temperaturas, frecuentes heladas y baja luminosidad. En primavera se da la mayor producción de forraje, dependiendo de los agentes climáticos, de las especies y del tipo de suelo.

En la doble utilización de cereales forrajeros, el pastoreo invernal no afecta necesariamente la producción de grano, siempre que se realice en los primeros estados vegetativos de la planta. Al pastorear se reduce la altura, disminuyendo los riesgos de vuelco y además, la reducción del área foliar permite renovar las hojas enfermas o heladas. En la medida que el pastoreo se retrase hacia el encañado, la producción de grano tenderá a ser inferior respecto a las parcelas no pastoreadas (Delgado et al., 1984). Por otro lado Cibils et al. (1984), en estudios realizados para trigos doble propósito, mencionan que pueden ser manejados con cargas altas por períodos de pastoreos de 15 a 20 días, o con bajas cargas por períodos de aproximadamente 2 meses de duración, esperando en cualquiera de estos manejos mermas de entre 20 y 40% de la producción de grano. De forma similar, Hart et al. (1964), señalan que el pastoreo afecta negativamente la producción de forraje para ensilaje, observando disminuciones en el orden de 25 a 30%.

Debido al patrón de comportamiento anual de disponibilidad de forraje en nuestro país, se debería contar con reservas para enfrentar los períodos críticos y así cubrir una demanda constante de nutrientes del ganado a lo largo del año, logrando utilizar más eficientemente el forraje. El uso de reservas como medida de diferir el exceso de forraje de primavera, principalmente hacia el invierno, es una opción frecuente en predios intensivos. Es muy importante determinar el momento óptimo de corte para obtener una reserva con la mayor cantidad y calidad

posible. La mayoría de los autores remarcan el punto de equilibrio entre el rendimiento de materia seca (MS) y el contenido de proteína cruda (PC), energía, digestibilidad, fibra cruda (FC) y otros nutrientes, para lograr una adecuada reserva.

Por otro lado, el intento por hacer más competitiva la agricultura para granos, los altos costos de los verdeos, el impacto de la siembra asociada y la necesidad de explotar al cultivo con miras a obtener los mayores retornos económicos, han llevado a un aumento de la demanda de variedades doble propósito. En la planificación forrajera de un establecimiento, estos cereales pueden ocupar un lugar interesante al favorecer nuevas opciones tendientes a cubrir la demanda de forraje durante el otoño y parte del invierno y lograr las mejores condiciones climáticas para la siembra. Además, permiten evitar el riesgo de vuelco de algunas variedades y podrían disminuir la incidencia de enfermedades foliares en aquellas variedades susceptibles.

Los objetivos de este trabajo son: 1) Evaluar el efecto del aprovechamiento del forraje durante el otoño-invierno, bajo dos intensidades de corte, sobre el comportamiento de cuatro cereales de invierno (trigo, avena, cebada y triticale) con respecto a un segundo propósito en primavera (grano o reservas de forraje). 2) Estudiar los componentes que explican el rendimiento de grano. 3) Cuantificar los cambios en rendimiento y calidad de forraje durante la primavera en diferentes estados fisiológicos, así como determinar los componentes de la planta que explican dichos cambios. 4) Estudiar diferencias varietales en los parámetros estudiados mediante la evaluación de dos variedades por especie.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En la etapa crítica de producción de las pasturas naturales, los verdeos de invierno son una buena alternativa como forraje fresco o conservado, ya que aportan volumen y calidad de forraje. Pueden ser utilizados exclusivamente para forraje mediante pastoreos sucesivos, corte y suministro a animales en corral, o bien un pastoreo y posterior recolección de grano (Delgado et al., 1984; PROVA, 1999; Hughes et al., 1974, citados por Lizárraga et al., 1980). Los cereales forrajeros constituyen un importante recurso para la alimentación de ganado, sin embargo la información nacional sobre su composición química es escasa. Obtener esta información permitirá determinar el momento óptimo de utilización del forraje y su conservación para cada sistema de producción. Además, al presentar un corto período de aprovechamiento, resulta imprescindible utilizarlos con la mayor eficiencia posible.

Los rendimientos y el valor nutritivo de las forrajeras de invierno varían básicamente en función de la especie cultivada, de la fertilidad y la disponibilidad de agua del suelo, del número y sistema de corte, época de siembra y sanidad de la planta (García Sa, 1995a). Por estas razones se han observado diferencias importantes en los trabajos revisados, ya que son de diversos orígenes geográficos. Con sucesivos aprovechamientos, el contenido de proteína y la digestibilidad del forraje es muy elevada en invierno y desciende en primavera con el encañado de la planta. El momento de corte varía con el objetivo de cada establecimiento, según se busque alta concentración de proteína bruta, en regiones donde el suplemento proteico es caro, o máxima acumulación de MS en donde se requiera gran volumen de forraje.

Los constituyentes de la pared celular y las concentraciones de fibra detergente ácido (FDA) se incrementan en estados tempranos de desarrollo, estabilizándose al alcanzar la madurez, mientras que la concentración de lignina detergente ácido (LDA) se

incrementa de forma lineal. Un progresivo aumento en la digestibilidad y en la proporción de inflorescencia durante el llenado de grano, contrarresta en forma parcial la decadencia en la digestibilidad del tallo, de la hoja bandera y de la vaina al avanzar la madurez. La mayor concentración de lignina en el tallo es el principal factor que causa esa disminución de digestibilidad (Cherney y Marten, 1982b).

Ensayos realizados en Georgia (USA) indican que la mayor parte de las variaciones en composición química son debidas a diferencias en el estado de madurez al momento de la cosecha, más que por diferencias en las propias variedades o en el sistema de manejo (Hart et al., 1964). También señalan que el contenido de proteína disminuye y el de fibra aumenta rápidamente al momento de espigazón y floración, por lo que una diferencia en unos pocos días en el momento de cosecha, puede provocar una gran diferencia en composición química y en el valor nutricional. Por ello, aconsejan que para ensilaje es importante cosechar tan pronto como comience la floración. En cambio en Edmonton, Canadá, Kennelly y Khorasani (1998), analizando el contenido de nutrientes en los cereales a medida que avanza la madurez, sugieren que el estado de grano pastoso es el momento óptimo para cosecha. Cosechas más tempranas pueden resultar en mayores valores de PC, pero tanto la energía neta de lactación (ENL) como el rendimiento total de MS será menor. La mayor dificultad para realizar ensilajes de cereales son los niveles de digestibilidad, que frecuentemente son muy bajos para la producción de leche o ganancias de peso moderadas (Swift, 1968, citado por Tingle y Dawley, 1974).

## 2.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS CEREALES DOBLE PROPÓSITO.

### 2.2.1 Trigo

El trigo es una gramínea anual invernal y su principal destino es la producción de grano para la industria harinera. La producción de grano no se realiza bajo contrato, por lo tanto el precio final del producto está expuesto a las condiciones del mercado, lo que puede llevar a una pérdida de interés por este cereal. Debido al bajo precio del grano en los últimos años, se ha incrementado el uso del trigo para doble propósito, como forma de diluir los costos, ampliar el período de siembra y lograr siembras en condiciones más adecuadas.

En general los cultivares de ciclo largo presentan respuesta a fotoperíodo, lo que permite siembras tempranas (abril-mayo) con floraciones en octubre, disminuyendo los riesgos de daño de heladas y encañado temprano (R. Verges com. pers.). En estos cultivares los puntos de crecimiento se levantan y son accesibles al animal a fines del invierno, y por lo tanto pueden ser utilizados mediante pastoreos en invierno, sin disminuir en forma importante la cosecha de grano. En general, los cultivares de ciclo largo son muy macolladores y de hábito más bien postrado, siendo estas cualidades las que determinan la posibilidad de utilización de forraje y producción de grano. Cuanto más macollador y más postrado sea un cultivar, menor daño le originará el pastoreo ya que, a igual altura de corte, la biomasa remanente es mayor, beneficiando la futura cosecha de grano, pero presentará la desventaja que disminuirá su utilización al quedar más forraje contra el suelo.

Dentro de los materiales de ciclo largo más utilizados en Uruguay se destacan INIA Tijereta y Buck Charrua, entre otros. Además, en INIA La Estanzuela se está evaluando la línea experimental LE 2271, cuyo comportamiento para doble propósito es muy promisorio, con buenos rendimientos de forraje en julio-agosto y muy buen rendimiento de grano. En un ensayo realizado en Uruguay, Huhn (2000) observó que los trigo Tijereta y LE 2271 obtuvieron una escasa

producción en otoño (mayo-junio). Además, Tijereta produjo más forraje cuando se realizó un manejo de defoliación más intenso en mayo-junio.

#### 2.2.1.1 Rendimiento de grano.

Para doble propósito deberá optarse por variedades de ciclo largo, que sean capaces de producir altos volúmenes de forraje, sin deprimir los rendimientos de grano.

En Uruguay se pueden obtener altos rendimientos de grano cuando se utilizan variedades adaptadas de ciclo largo. En ensayos para producción de grano, realizados en INIA La Estanzuela para el año 1999 (Caffarel, 1999, 2000; Caffarel et al., 2000b), se obtuvieron rendimientos en grano de 3871 y 4838 kg/ha para la variedad INIA Tijereta y la línea experimental LE 2271 respectivamente, mientras que en el análisis conjunto para los años 1997, 1998 y 1999 Tijereta tuvo un rendimiento superior en 450 kg/ha. Ambos genotipos, de porte semirrastrero-semierecto, alcanzaron una altura de 75 a 85 cm. En diversos ensayos doble propósito se han obtenido altos rendimientos de grano con estos genotipos, aún cuando el manejo de defoliación no ha sido uniforme. En el 2000, LE 2271 presentó un rendimiento de forraje de 2155 kg/ha de MS y 4877 kg/ha de grano, mientras que Tijereta tuvo una producción inferior (1930 kg/ha de MS y 2123 kg/ha de grano), cuando se realizaron cuatro cortes en otoño-invierno (Caffarel et al., 2001). En el ensayo realizado en 1999 se realizaron dos cortes, obteniendo elevados rendimientos de grano (4086 y 3951 kg/ha para LE 2271 y Tijereta respectivamente; Caffarel et al., 2000c). Sin embargo en años anteriores (análisis conjunto para los años 1995, 1996 y 1997) la producción de grano de Tijereta en manejo doble propósito fue inferior, alcanzando un rendimiento de 1932 kg/ha (Ceretta et al., 1998a).

El trigo utilizado para pastoreo con defoliaciones intensas produce algo menos de forraje y mucho menos grano que con defoliaciones moderadas, debido a una mayor reducción en el tamaño de la espiga y en el peso de grano (Hubbard y Harper, 1949; Dann, 1968, citado por Hernández,

1969). Ernst et al. (1992) indican rendimientos de 2214 kg/ha, obtenidos con 249 plantas/m<sup>2</sup>, 350 espigas/m<sup>2</sup>, 38.3 granos/espiga y 34.3 gramos los 1000 granos. A su vez Mockel et al. (1985), en Bs. As. Argentina, en un ensayo bajo pastoreo, lograron rendimientos de 1304 kg/ha, con 373 espigas/m<sup>2</sup>, 13.9 granos/espiga y un peso de 1000 granos de 25.8 g. En cambio sin pastoreo obtuvieron un mayor rendimiento (2204 kg/ha), debido a un mayor tamaño de la espiga (22.5 granos/espiga) y mayor peso de granos (31.5 gramos los 1000 granos), mientras que la densidad de espigas fue algo inferior (323 epigas/m<sup>2</sup>).

Un artículo publicado en la Revista Argentina de los CREA en 1980, recomienda pastorear los trigos doble propósito con altas cargas instantáneas, para evitar que se vuelvan a pastorear plantas ya defoliadas y que, en ningún caso, se debe proceder a hacer un segundo aprovechamiento del rebrote. Similares resultados obtuvieron Martino y García (1984) con la variedad Estanzuela Dorado, observando una merma importante de los rendimientos cuando se realizaron dos cortes. Cibils (1989) señala que, si bien lo ideal sería altas dotaciones en períodos cortos de 10 o 15 días, es posible obtener en un año normal alrededor de dos pastoreos. Con estos criterios de manejo es esperable una disminución de rendimiento de 20 a 25%, con respecto a lo que sería el mismo trigo sin pastoreo. Reducciones similares observaron Germán et al. (1983) luego de dos cortes. Estos autores también evaluaron la época de siembra en dos variedades de ciclo largo, concluyendo que siembras de abril representaron una reducción del rendimiento de grano de un 25% con respecto a la época de siembra recomendada (15 de junio-15 de julio). Otros autores, como Dunphy et al. (1982) y Hernández (1969), señalan reducciones mayores por retrasar el pastoreo hasta estados más avanzados, que pueden alcanzar 84 a 122%. Dell Duca (1993) observó que, luego de un corte, los trigos que más se destacaron rindieron 2170 a 2450 kg/ha, lo cual significaría entre 73 a 96% respecto a los tratamientos sin corte.

En pastoreos con altas cargas, existe un efecto negativo momentáneo que resulta en una mayor disminución de tallos. En ensayos llevados a cabo en La Estanzuela,

Ahunchain et al. (1991), observaron que retirado el pastoreo, la tendencia fue a recuperar la pérdida de tallos con un mayor 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.

Por otro lado, hay autores como Cutler et al. (1949), que sostienen que el pastoreo puede incrementar el rendimiento de grano, cuando el potencial de crecimiento es tal que una remoción de forraje puede prevenir el vuelco. Schlehber y Tucker (1967), indican que el rendimiento en grano no se ve seriamente afectado si se pastorea el cultivo hasta que alcance el estado de macollaje.

#### 2.2.1.2 Producción de forraje.

El trigo brinda un volumen importante de forraje de buena calidad en el período invernal. Los valores obtenidos en Uruguay, en los ensayos de evaluación de cultivares y especies forrajeras realizado por INIA, indican que en los últimos años (1998-1999) el rendimiento de forraje de invierno en trigo fue inferior a avena en 38% y superior a triticale en 29% (Caffarel et al. 2000a, 2000c; Labandera y Stewart, 1999). Las variedades de trigo comúnmente sembradas en Oklahoma y Texas, con pastoreo moderado, producen rendimientos promedios de aproximadamente 1,85-4,3 tt/ha de forraje verde (Hubbard y Harper, 1949). Cibils et al. (1987) indican que avena y trigo no presentan diferencias en las tasas de crecimiento diario de invierno, siendo 23 y 21 kg/ha/día de MS, respectivamente.

La producción de forraje se incrementa notablemente con el paso de la planta del estado vegetativo al de encañado. Delgado et al. (1984), en un ensayo realizado en Pancrudo Teruel (España), observaron que al realizar tres cortes a lo largo del ciclo del cultivo, cebada y trigo se destacan por una mayor producción de forraje sobre avena y triticale. Por otro lado en Bélgica, Cors et al. (1990), señalaron rendimientos promedios de 6000, 6500 y 7000 kg/ha de MS para cebada, triticale y trigo, respectivamente. En cambio Cherney y Marten (1982a), señalan que en Minnesota (USA), los cultivares de trigo generalmente tienen menor

rendimiento de forraje que avena, cebada y triticale. Un elemento adicional a considerar radica en que en agosto, cuando la avena aún continúa con bajas tasas de crecimiento, los trigos, que comenzaron la elongación de entrenudos, presentan tasas cercanas a 100 kg/ha/día de MS (Cibils et al., 1987).

### 2.2.2 Avena

Los genotipos de avena más comúnmente utilizados para producción de forraje en la región fueron tradicionalmente del tipo *byzantina*, es decir avenas con hojas y tallos finos, con granos de color amarillo y escaso valor nutricional. Dentro de este tipo de avenas, la más antigua es la 1095a, utilizada frecuentemente como variedad testigo en investigaciones para grano y forraje. En las últimas décadas se han desarrollado nuevas variedades, principalmente de tipo *sativa*, con hojas anchas y tallos gruesos, con granos blancos y baja proporción de cáscara. Las variedades comerciales más conocidas son INIA Polaris, Calprose Amazona y Calprose Soberana.

La avena es más valiosa para doble uso que para grano solamente (Crowder, 1954, citado por Shands y Chapman 1961). Presenta en su fase de crecimiento vegetativo alta proporción de hojas, bajo contenido de fibra y altos tenores de minerales y de proteína bruta. Al pasar por el estado reproductivo, elongación, embuche y floración sufre modificaciones, reduciéndose su calidad (García Sa, 1995b). En relación con la calidad de la reserva de forraje, la revisión bibliográfica realizada por Gardner y Wiggans (1961), indica que el ensilaje de avena es un forraje satisfactorio y en ciertas condiciones superior al de maíz para vacas lecheras. Sin embargo, Shands y Chapman (1961) señalan que el ensilaje de avena es más bajo en valor energético que el de maíz, pero superior a un buen ensilaje de pasturas. Además, su forraje es de bajo contenido en fósforo y calcio (Carámbula, 1967).

Presenta frecuentemente una serie de inconvenientes en su implantación y en su aprovechamiento, que determinan una falta de seguridad en su utilización. En el período de

aprovechamiento la falta de piso es crítica en años con inviernos lluviosos, ocasionando pérdidas de forraje por pisoteo y oportunidad de pastoreo (Forum Argentino de Forrajes 1997).

El rendimiento tanto de avenas *byzantinas* como *sativas* puede ser afectado desfavorablemente por ataques de pulgón y roya de la hoja, que se presentan con mayor frecuencia en esta gramínea (Carámbula 1967).

Las avenas proveen altos volúmenes de forraje temprano, en cortes de mayo-junio, con rendimientos aproximados de 1100 y 1300 kg/ha de MS para las variedades 1095a y Polaris, respectivamente. Además, 1095a ofrece una mayor producción otoño-invernal con un manejo de cortes más aliviado (Huhn, 2000).

#### 2.2.2.1 Rendimiento de grano.

En ensayos con manejo doble propósito los rendimientos de grano son relativamente bajos en Uruguay. En INIA La Estanzuela Ceretta et al. (1999), obtuvieron rendimientos en grano de 1392 y 2199 kg/ha para 1095a y Polaris respectivamente (datos promedios de 1996, 1997 y 1998). En cambio en 1999 los rendimientos fueron superiores, 2257 y 2732 kg/ha respectivamente y el peso de 1000 granos fue 31 g para 1095a y 25.5 g para Polaris (Labandera y Stewart, 1999). Estas diferencias varietales son consistentes, dado que Polaris rindió en promedio 32% más grano que 1095a en los ensayos realizados en el período 1992-1997 (Rebuffo, 1998). Otra diferencia entre genotipos es la de susceptibilidad a vuelco. La variedad 1095a alcanza una altura de 105 cm con alta incidencia de vuelco, mientras que las parcelas de Polaris son 15 cm más bajas y con escaso vuelco (Labandera y Stewart, 1999).

El rendimiento de grano; al igual que en otros cereales de invierno, expresa su potencial cuando se realiza un manejo exclusivamente con este propósito. Peltonen-Sainio (1994), en ensayos realizados en Finlandia, obtuvo rendimientos de 3230 kg/ha, con 613 panojas/m<sup>2</sup> y 30 granos/panoja. Mayores rendimientos se han obtenido en la

región; Floss y Haubert (1999) señalan rendimientos máximos de 4500 kg/ha en Vacaría, Brasil.

#### 2.2.2.2 Producción de forraje.

La avena produce forraje abundante y de excelente calidad en otoño-invierno, en un momento en que el alimento es escaso. Si el cultivo es bien manejado se logra una oferta de forraje muy rápida y sostenida durante todo su ciclo vegetativo (Shands y Chapman, 1961; Tomaso, 1987).

En general la producción de forraje de esta especie es más abundante que la de otros cereales. Hart *et al.* (1964), en un ensayo llevado a cabo en la Estación Experimental de Georgia, observaron que la avena produce más forraje que el trigo y el centeno. Similares resultados obtuvieron Morey *et al.* (1969), al comparar avena con trigo y cebada, observando además, que en condiciones favorables la avena extiende la estación de pastoreo.

La mayor producción de primavera se obtiene en estados de madurez avanzados. Como es de esperar, el contenido de MS de la planta aumenta a medida que transcurre el ciclo biológico, desde aproximadamente 20% en macollaje a 52% en madurez (Trindade y Moreira, 1987; Burgess *et al.*, 1972). Toll y Juárez (1991) observaron que la mayor producción de MS se verificó en el estado de grano lechoso. En cambio, para Gardner y Wiggans (1961) la máxima producción de forraje de avena fue obtenida en el estado de grano pastoso temprano, en un año con vuelco severo. Incrementos altamente significativos en el rendimiento fueron registrados por Gervais (1984) con el avance de la madurez, desde 4210 kg/ha de MS al estado vegetativo hasta 6754 kg/ha de MS a espigazón y 9219 kg/ha de MS al estado de grano pastoso. El contenido de MS aumentó progresivamente desde 12% a 19% y a 33%, en los estados mencionados.

En Uruguay se dispone de variedades que se adaptan a diversos esquemas de defoliación en otoño-invierno, reflejando su potencialidad en la utilización con manejos de doble propósito. La avena 1095a fue obtenida en La Estanzuela mediante una selección individual continuada (Fischer *et al.*, 1937). INIA Polaris es una variedad

desarrollada por INIA La Estanzuela en cooperación con la Colección Internacional de Quaker Oats Company. La plasticidad de estas variedades se ha visto reflejada en una alta producción de heno en primavera (10,4-10,6 tt/ha de MS al estado de grano A-L), independientemente de los manejos de defoliación realizados en otoño-invierno (2-5 cortes; Rebuffo, 1998). Aún cuando Polaris es una variedad de tipo sativa, su alta capacidad de rebrote y macollaje también se refleja en altos rendimientos de primavera (9,7-9,8 tt/ha MS), independientemente del manejo de defoliación.

### 2.2.3 Cebada

La cebada (*Hordeum vulgare*) es una gramínea anual invernal, cuyo principal propósito es la producción de grano. En Uruguay este cultivo se realiza bajo contrato, lo que permite a las industrias malteras controlar el volumen de grano. Las empresas contratistas también controlan la calidad de grano, mediante la época de siembra y las variedades que distribuyen a productores. Siembras tempranas o uso para pastoreo podrían disminuir el rendimiento potencial y calidad para malteo de este cereal, ambos factores controlados por los contratos.

Su utilización como forraje en Uruguay es limitada, ya que los cultivares comerciales tradicionales presentan un comportamiento similar a los trigos de ciclo intermedio-corto, por lo que es improbable su utilización como doble propósito. Sin embargo, en siembras tempranas es una de las especies con mayor precocidad de producción, logrando altos volúmenes de forraje debido a su rápido encañado en cortos períodos, lo que determina escasos rebrotes posteriores (Zanoniani y Ducamp, 2000). Los genotipos de cebada Estanzuela Quebracho y CLE 178, aportan forraje más temprano en el otoño que los genotipos de trigo y triticale (Huhn, 2000).

El pastoreo se recomienda solo cuando el cultivo presenta óptimas condiciones de crecimiento, disminuyendo de esa forma la probabilidad de ocurrencia de vuelco. Si

éste ocurre, se vería notoriamente disminuido el rendimiento y la calidad de grano.

Estudios realizados en Uruguay por Cibils et al. (1991), citado por Pigurina (1992), demostraron que la cebada presenta ventajas con respecto a otros cultivos de invierno, por su rápida entrega de forraje, apetecibilidad y alta velocidad de elongación, lo que permite una mejor utilización del suelo, además de la producción de abundante forraje.

Ahunchaín et al. (1991), concluyeron que el hecho de disponer de variedades de cebada aptas para el cultivo doble propósito, permitiría ampliar la época de siembra, con implicancias en cuanto a concreción temprana de áreas y en el aspecto sanitario. El uso de variedades de ciclo largo, permite contar con una entrega de forraje más precoz que trigo y con un grano con perspectivas de mercado más auspiciosas. En la cebada observaron más riesgo de arrasar el punto de crecimiento, que en avena y trigo. Con respecto a la apetecibilidad, observaron la preferencia por parte de los animales, tanto de la cebada como de la avena, frente a trigo.

Las variedades más frecuentemente utilizadas en Uruguay para la producción de grano, son de ciclo corto. Un ejemplo es Estanzuela Quebracho, una variedad de amplia difusión por su alto rendimiento de grano. En INIA La Estanzuela también se evalúan variedades de ciclo largo; por ejemplo en los últimos años se ha evaluado la línea experimental CLE 178, obteniéndose buenos rendimientos de grano en siembras tempranas a intermedias.

### 2.2.3.1 Rendimiento de grano.

En cebada se obtienen muy buenos rendimientos de grano con variedades de ciclo corto sembradas en invierno. En el análisis conjunto de rendimiento de grano realizado en INIA La Estanzuela, para los años 1996, 1997 y 1998 (Caffarel, 1999), se obtuvieron rendimientos en grano de 4772 y 4270 kg/ha para la línea experimental CLE 178 y la variedad Estanzuela Quebracho, respectivamente. En el año 1999 el rendimiento de Quebracho fue 4431 kg/ha (Caffarel, 2000).

Al igual que en los otros cereales de invierno, los únicos trabajos que se refieren a componentes de rendimiento están realizados en ensayos sembrados en invierno, con el objetivo de producción de grano. En la multiplicación de cebada CLE 176 en Uruguay, Pastorini et al. (1998) obtuvieron un rendimiento de 3250 kg/ha. Este rendimiento se obtuvo con una población de 60 plantas/m<sup>2</sup>, 360 espigas/m<sup>2</sup>, 22.2 granos/espiga y un peso de 1000 granos de 45.4 g. Rendimientos de 2784 kg/ha, citan Ernst et al. (1992), con una mejor población (248 plantas/m<sup>2</sup>) y densidad de espigas (564 espigas /m<sup>2</sup>), un tamaño de espiga algo inferior (20.1 granos/espiga) y peso de grano similar (47 granos los 1000 granos).

Hoffman et al. (1993), en experimentos realizados en Uruguay, obtuvieron un índice de cosecha (IC) promedio de 41% con un rendimiento en grano de 3840 kg/ha y 10200 kg/ha de MS de biomasa total. Similar IC (42%) fue registrado en Inglaterra por Riggs et al. (1981), con un rendimiento en grano de 6100 kg/ha y 13500 kg/ha de MS de biomasa.

La información sobre pastoreo o cortes en cebada es muy escasa, debido a que su principal uso es la producción de grano y su utilización como doble propósito afectaría la calidad para malteo. Luizzi (com. pers.), en ensayos de pastoreo con las variedades Clipper y Quebracho, observaron que el pastoreo aumenta el rendimiento de grano un 10% con respecto a las chacras no pastoreadas, debido a una mejora en la intercepción de luz de la canopia. En Quebracho, luego de 25 días efectivos de pastoreo rotativo, se obtuvieron 4577 kg/ha de grano con 612 espigas/m<sup>2</sup> y 17 granos/espiga.

### 2.2.3.2 Producción de forraje.

La cebada produce forraje temprano, pero la calidad del rebrote no es generalmente adecuada en las variedades de ciclo corto. En México, Lizárraga et al. (1980) observó que la cebada produjo satisfactoriamente en los dos primeros cortes, 50 y 78 días post-siembra, con 3,18 y 3,22 tt/ha de MS, respectivamente, aunque bajó considerablemente su producción a partir del tercero (1,63 tt/ha de MS por corte).

En primavera, al igual que los otros cereales, el pasaje a la fase reproductiva permite desarrollar altas tasas de crecimiento. Barreto et al. (1989), citado por Figurina (1992), evaluaron el rendimiento de MS de cebada cervecera (variedad Clipper) en siembras de julio en Uruguay. Los cortes para ensilar fueron de más de 5000 kg/ha de MS a los 77 días post-siembra (71 kg/ha/día de MS) y un máximo de 7816 kg/ha de MS a los 116 días post siembra en grano pastoso (67 kg/ha/día de MS). Sin embargo, el potencial de crecimiento entre el estado de embuche y 50% de espigazón puede llegar a mayores tasas de incremento de MS; Droushiotis y Droushiotis (1984) registraron un máximo de 146 kg/ha/día de MS entre embuche y 50% de espigazón y hasta grano lechoso fue 105 kg/ha/día de MS.

#### 2.2.4 Triticale

El triticale (*X Triticosecale* Wittmack) es una gramínea anual invernal de la tribu Poaceae, que fue creada en Escocia en 1875, siendo el primer cereal de valor comercial creado por el hombre. Es un anfiploide o alopoliploide derivado de la hibridación entre especies de los géneros *Triticum* y *Secale*. Los triticales primarios son líneas autógamias (Müntzing 1979, citado por Bemhaja 1996), en los cuales se busca combinar, de los géneros nombrados, la calidad del primero con la rusticidad del segundo. Al contener genes de los dos géneros, puede combinar características deseables del trigo como potencial de rendimiento, granos grandes y alto índice de cosecha, con las del centeno, respecto a la estabilidad de rendimiento, alta producción de biomasa, espigas grandes y alto tenor de lisina en grano (Bishnoi et al., 1978). Además, presenta un comportamiento sanitario muy superior al de las avenas y conjuga otras características que lo convierten en un recurso forrajero real para la región Argentina (Amigone et al., 1991a; 1991b). A su vez, presenta algunas características desventajosas, incluyendo la germinación en la espiga y peso hectolítrico bajo en ambientes de producción menos favorables (Varughese et al., 1987).

Es un cultivo que se está difundiendo a nivel mundial, fundamentalmente por su sanidad y estabilidad en lo que a cantidad de forraje se refiere, destacándose por su adaptación a suelos de baja fertilidad (Ferreira y Szpiniak 1994, citado por Pagliaricci et al., 1998). Pérez Gomar y Bemhaja (1992, citados por Bemhaja, 1996), señalan que se adapta a suelos típicos de Areniscas, los cuales presentan una textura arenosa, buen drenaje y pH ácidos, con presencia de aluminio intercambiable.

La diversidad de genotipos de triticale es muy alta, particularmente en ciclo y hábito de crecimiento. Bemhaja (1996), a través de un plan de mejoramiento genético realizado en Tacuarembó, Uruguay, ha generado la variedad INIA Caracé de ciclo precoz. Esta variedad se caracteriza por un bajo número de macollos (3-5 macollos y 2-3 tallos reproductivos por planta), altura media (95 cm), con una espiga larga (15 cm incluyendo la arista) y buen peso de

grano (38,51 g 1000 granos). Genotipos de ciclo largo presentan características contrastantes con INIA Caracé. En INIA La Estanzuela se están evaluando líneas experimentales de ciclo largo, como LETR 4 y LETR 25, presentando alto potencial de rendimiento de grano con siembras de otoño.

#### 2.2.4.1 Rendimiento de grano

Triticale es probablemente una promisorio alternativa de cereales en las condiciones de Uruguay. Al igual que los otros cultivos de invierno, los rendimientos de grano de triticale presentan importantes variaciones anuales. En ensayos realizados en INIA La Estanzuela, se obtuvieron rendimientos en grano de 5333 y 4787 kg/ha para las líneas experimentales LETR 25 y LETR 4, respectivamente (datos promedios de los años 1998 y 1999; Caffarel et al., 2000a). Sin embargo, en 1999 LETR 4 presentó el mismo rendimiento, mientras que la producción de LETR 25 fue algo inferior (300 kg/ha). Estos rendimientos fueron obtenidos luego de dos cortes otoño-invernales, con un rendimiento de 1722 y 1943 kg/ha de MS para LETR 25 y LETR 4, respectivamente. Para el año 2000 los rendimientos de grano fueron inferiores, ya que la línea experimental LETR 25 rindió 3646 kg/ha (Caffarel y Díaz, 2001). En 1997 LETR 4, luego de tres cortes en otoño-invierno, produjo 3211 kg/ha de grano, mientras que en el análisis conjunto para los años 1995, 1996 y 1997 el rendimiento fue de 2604 kg/ha (Ceretta et al., 1998b).

En Argentina (Provincia de Buenos Aires), López y Garbini (1986), señalan rendimientos muy inferiores, en el entorno de 1500 kg/ha. García del Moral et al. (1994), en un ensayo llevado a cabo en España (Provincia de Granada), luego de dos cortes, obtuvieron 103 espigas/m<sup>2</sup>, 28.2 granos/espiga, un peso de 1000 granos de 35 g y un rendimiento de 1031 kg/ha. Sin embargo, Royo et al. (1993), en experimentos realizados con triticales doble propósito en la costa mediterránea norte de España, obtuvieron rendimientos de 3680 kg/ha y peso de 1000 granos de 44.9 g.

En Canadá, cuando el cultivo se destina para la producción de grano, al cosechar el forraje en el estado de

macollaje temprano se puede obtener al menos 1,5 tt/há de forraje y un incremento de alrededor de 0,5 tt/há de grano (Poysa, 1985). Retrasando la cosecha de forraje una semana, se incrementa el rendimiento de MS, pero puede reducirse drásticamente el rendimiento en grano, debido al ciclo de crecimiento corto en latitudes mayores a 40°. Este sistema de manejo puede beneficiar a líneas de cereales de invierno más altas, susceptibles a vuelco, con vigoroso crecimiento vegetativo en la primavera y alto potencial de rendimiento. Sin embargo, no debería usarse pastoreo cuando se ha realizado una siembra tardía, o cuando el crecimiento es lento, debido a condiciones de invierno severas o a condiciones de crecimiento adversas de primavera.

#### 2.2.4.2 Producción de forraje

Como forraje se usa para pastoreo directo, ya que puede producir cantidades de forraje comparables a la de otros cereales forrajeros, conservando buena calidad en estados avanzados de crecimiento. También es utilizado en la fabricación de reservas, ya sea heno o silo de planta entera, de grano húmedo o de grano seco. En un ensayo realizado por Basolto S.A en 1997, en el departamento de Colonia, Uruguay, se observó que el triticale ha demostrado poseer características que lo hacen aparecer como una interesante alternativa a la hora de definir materiales para ser usados como verdes, por ejemplo buena tolerancia al frío, a la sequía y resistencia a plagas (PROVA, 1999).

En los ensayos realizados por el INTA Bordenave, Provincia de la Pampa, Argentina, se ha demostrado que los triticales no tienen desventajas alguna frente a los verdes tradicionales (Tomaso 1978; 1985; 1986). En relación con el centeno, presenta similares o mayores condiciones para la producción de materia seca, capacidad de macollaje, rebrote, tolerancia al pisoteo y al estrés invernal (Carnie y Vargas López, 1979). En Canadá, Poysa (1985) señala que la producción de forraje invernal hasta macollaje temprano es de 1,3 tt/ha. Huhn (2000) observó que la oferta de forraje de las líneas experimentales LETR 25 y LETR 4 fue muy contrastante, donde la oferta de LETR 4 fue más tardía que la de LETR 25. Ambas líneas rindieron más

forraje con el manejo de corte aliviado durante el estado vegetativo.

Esta especie ha sido evaluada como verdeo en diversos países. En México Varughese et al. (1987), indican que triticale, utilizado como cultivo forrajero, tiene un potencial de forraje y contenido proteico superiores a los de la avena y rendimientos de forraje y ensilaje más altos que los del trigo, avena y cebada. También señalaron que en pruebas de pastoreo con novillos de un año, los aumentos diarios en peso equivalente fueron 0,72 kg, en animales alimentados con triticale, en comparación con 0,69 kg en los que comían trigo. Similares resultados obtenidos por Wright et al. (1990), señalan que el triticale tiene niveles de producción de MS más altos que la avena, independientemente de la frecuencia de cortes. Además, son más adelantados en las fases de desarrollo, con una menor producción de tallos. Yuanshu y Chongyi (1990), coinciden en que el rendimiento de forraje es superior al de cebada en un 30 a 50%.

La ventaja comparativa de triticale con otros cereales no es consistente en la bibliografía. En un ensayo realizado en Canadá, donde se estudió triticale, avena y cebada entre otros cultivos, el triticale fue el que tuvo la menor producción de MS, 15 y 22% menos que cebada y avena respectivamente (Tingle y Dawley, 1974). En cambio Bishnoi et al. (1978), en Alabama (EE.UU), señalaron que la producción de forraje de triticale al estado de grano pastoso fue más alta que la de trigo, avena y cebada. En Portugal, Trindade y Moreira (1987) observaron que triticale alcanza el máximo rendimiento de MS en grano lechoso (8162 kg/ha de MS) y a partir de este estado los rendimientos se estabilizan.

## 2.3 COMPARACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO EN CULTIVOS DOBLE PROPÓSITO

El valor nutritivo del forraje de los cereales de invierno es tan alto que los ganaderos podrían usarlos enteramente para pastura, sin sacar grano. Además, el contenido de proteína de un forraje en estado vegetativo, verde y succulento logra sustentar producciones intensivas con altos requerimientos, como la producción lechera o la ganadería intensiva. El forraje verde tiene un abundante contenido de caroteno, es rico en minerales y vitaminas del complejo B y el contenido de fibra es bajo. En lo que se refiere a la calidad del forraje en primavera, se destacan todas las especies, presentando buenos niveles de digestibilidad y contenido proteico en los estados tempranos de la fase reproductiva (embuche y floración).

Al avanzar la madurez, la calidad del forraje disminuye, debido a que el cultivo primero se elonga y en estados más avanzados comienza la senescencia de hojas, reduciéndose la relación hoja/tallo. Sin embargo, la formación del grano contrarresta, en parte, esta disminución en la calidad, principalmente por el aporte de carbohidratos (CHO's) y proteína.

### 2.3.1 Valor nutritivo del forraje

La cebada, la avena, el triticale y el trigo proveen, a estados inmaduros de crecimiento (macollaje), un alimento nutritivo y de alta calidad. Estos cereales sufren durante el progreso de la floración y madurez una continua disminución de proteína, un incremento en FC y MS y una ligera disminución en CHO's (Cuadro N° 1). Gardner y Wiggans (1961) y Droushiotis y Droushiotis (1984) observaron una tendencia declinante en cuanto a la concentración de PC en cebada y avena, mientras que la fibra detergente neutra (FDN) alcanzó un pico máximo dos o tres semanas antes del estado de grano pastoso (Forum Argentino de Forrajes, 1997; Mieres, com. pers.).

A medida que avanza el estado del cultivo desde floración a grano duro, la FDA aumenta hasta alcanzar un

pico en grano acuoso-lechoso (Mieres com. pers.). Posteriores disminuciones, hacia el estado de grano pastoso-duro, podrían deberse a cambios en la composición del cultivo durante el desarrollo de la espiga, cuando comienza a pesar más el componente grano y por ende disminuyen los niveles totales de fibra (Forum Argentino de Forrajes, 1997; PROVA, 1999).

En la bibliografía estudiada se observan diferencias entre especies en el valor nutritivo del forraje en distintos estados de madurez. La información más abundante se observa en PC, con 47 datos entre todas las especies, de los cuales 40%, aproximadamente, corresponden a análisis de avena. Con relación a los estados fisiológicos, el mayor número de análisis fue realizado al estado de grano pastoso-duro en avena. Es de destacar que la información en los estados de 3 nudos y embuche es extremadamente escasa y, además, no es frecuente que se realicen análisis sistemáticos en el tiempo y/o comparativos entre especies, excepto los trabajos realizados por Gardner y Wiggans (1961), Droushiotis y Droushiotis (1984), Mieres com. pers., PROVA (1999). En contraposición con la PC, los muestreos más frecuentes de FDA han sido realizados en floración, aunque en su conjunto los datos son escasos (1 a 3 datos por especie y estado). Es importante resaltar que no se registraron citas bibliográficas de digestibilidad de la MS (DMS), FC, FDA y FDN en los estados de 3 nudos y embuche.

Un análisis más detallado de las variaciones del valor nutritivo, permite observar que las diferencias en digestibilidad, debidas al estado de madurez, se reflejan por cambios en cenizas o contenido de MS, mientras que las diferencias en digestibilidad entre cultivares, son principalmente atribuibles a diferencias en FDA (Fisher y Fowler, 1975). La escasa información disponible sobre la comparación sistemática entre especies, no permite generalizar sobre la superioridad de una especie en particular. Tingle y Dawley (1974) observaron que los niveles promedio de DMS, al estado de grano pastoso-duro para cebada, excedieron aquellos para avena en 6 unidades. Al disminuir la proporción de hojas verdes, las concentraciones de nitrógeno decrecen a lo largo del ciclo,

mientras que la DMO se mantiene hasta el estado de embuche en 63%, disminuyendo en grano lechoso a 48% (Droushiotis y Wilman, 1987). El forraje de cebada generalmente tiene mejor valor nutritivo (71,4% de digestibilidad *in vivo* de la MS) que el de avena, trigo y triticale (65,3; 66,1 y 69% IVDMS, promedio de 6 estados de madurez, respectivamente) y rinde más MS digestible que las otras especies (Cherney y Marten 1982a). Estos autores atribuyen la mayor calidad de la cebada, principalmente, a una mayor proporción de inflorescencias altamente digestibles en el total de MS, en todos los estados. Además, indican que el porcentaje de área lignificada en la hoja bandera y vaina es menor que el de la avena, lo que puede explicar su mayor digestibilidad (Cherney et al., 1983).

En avena, el promedio de digestibilidad *in vivo* de la MS (IVDMS) disminuye rápidamente con el avance de la madurez, desde grano acuoso-lechoso hasta el estado de grano pastoso (Burgess et al, 1972). López y Garbini (1986), mencionan que en pruebas de calidad de forraje, el triticale ha demostrado valores de IVDMS similares a los de avena, aunque superiores a centeno y cebada, en casi todos los estados de desarrollo.

Cuadro N° 1. Resumen de la información de contenido (%) de materia seca (MS) y valor nutritivo (PC, DMO, DMS, FDA, FDN) en avena, cebada, triticale y trigo en los estados de embuche (EM), floración (FL), grano acuoso-lechoso (G A-L) y grano pastoso-duro (G P-D).

Contenido (%)	EM	FL	GA-L	GP-D	Autores
<b>Materia Seca</b>					
AVENA	14,5	18,3	24,8	38,8	Gardner y Wiggans, 1961
	.....	19	.....	33	Gervais, 1984
	.....	.....	.....	48	Corrall et al., 1977
	.....	14,9	.....	34,2	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	.....	.....	36,4	Kennelly y Khorasani, 1998
CEBADA	.....	.....	.....	45,6	Kennelly y Khorasani, 1998
	.....	14,8	.....	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)
TRITICALE	.....	32,6	46,4	86,1	PROVA, 1999 (URU)
	.....	.....	.....	36,9	Kennelly y Khorasani, 1998
TRIGO	.....	.....	.....	50	Corrall et al., 1977
	.....	15,6	43,18	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	.....	.....	35	Forum Argentino de Forrajes, 1997
<b>Proteína Cruda</b>					
AVENA	14,40	12,7	11	9,2	Gardner y Wiggans, 1961
	.....	10,1	.....	7,48	Gervais, 1984
	.....	.....	8,20	6,9	Burgess et al., 1972
	.....	14,3	.....	11,3	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	.....	11,8	11,3	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	9,6	.....	.....	Martín et al., 1981
	.....	9,3	.....	.....	Hart et al., 1964
	.....	.....	.....	9,5	Tingle y Dawley, 1974
	.....	.....	.....	3,72	Haile, 1984
	10,31	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	.....	.....	5,6	Corrall et al., 1977
	.....	.....	.....	10,5	Kennelly y Khorasani, 1998
CEBADA	16,8	12,9	9,9	.....	Droushiotis y Droushiotis, 1984
	.....	.....	9,3	.....	Droushiotis y Wilman, 1987
	.....	10,4	.....	.....	Martín et al., 1981
	.....	.....	.....	7,68	Pigurina y Methol, 1994 (URU)
	.....	.....	.....	10,6	Tingle y Dawley, 1974
	.....	21,4	9,7	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	.....	14	.....	Kennelly y Khorasani, 1998
TRITICALE	.....	8,99	8,11	9,29	PROVA, 1999 (URU)
	.....	.....	.....	9,72	Tingle y Dawley, 1974
	.....	13,3	.....	.....	Martín et al., 1981
	.....	.....	.....	11,2	Kennelly y Khorasani, 1998
	16,2	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	.....	.....	6,86	Mieres, comunicación pers. (URU)
TRIGO	.....	10,5	7,61	6,15	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	15,2	13,3	.....	Pigurina y Methol, 1994 (URU)
	.....	15,5	.....	11,3	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	11,6	.....	.....	Martín et al., 1981
	.....	8,5	.....	.....	Hart et al., 1964
	.....	.....	.....	5,6	Corrall et al., 1977
	12,6	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991

Cuadro N° 1 (Cont.) Contenido (#)	EM	FL	GA-L	GP-D	Autores
<b>Dig. Materia Org.</b>					
AVENA	62	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	77,4	.....	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)
CEBADA	65	59,2	54	.....	Droushiotis y Droushiotis, 1984
	63	.....	47,8	.....	Droushiotis y Wilman, 1987
	.....	76,8	60,65	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	.....	.....	64,2	Pigurina y Methol, 1994 (URU)
TRITICALE	.....	55,6	64,2	73,2	PROVA, 1999
	74,9	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	.....	.....	66,1	Mieres, comunicación pers. (URU)
TRIGO	.....	68	65,8	.....	Pigurina y Methol, 1994 (URU)
	.....	57,2	55,1	49,8	Mieres, comunicación pers. (URU)
	64,5	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
<b>Dig. Materia Seca</b>					
AVENA	.....	.....	61,60	52,4	Burgess et al., 1972
	.....	.....	58,10	62	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	82,3	.....	.....	Martín et al., 1981
	.....	.....	.....	54	Tingle y Dawley, 1974
	.....	.....	.....	50	Corrall et al., 1977
	.....	66,7	.....	.....	Cherney et al., 1983
CEBADA	.....	.....	.....	60,2	Tingle y Dawley, 1974
	.....	84,1	.....	.....	Martín et al., 1981
	.....	74,2	.....	.....	Cherney et al., 1983
TRITICALE	.....	.....	.....	56,4	Tingle y Dawley, 1974
	.....	89,7	.....	.....	Martín et al., 1981
TRIGO	.....	62,6	.....	59,3	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	.....	.....	55	Corrall et al., 1977
	.....	82,7	.....	.....	Martín et al., 1981
<b>Fibra Cruda</b>					
AVENA	.....	32,8	.....	27,6	Gervais, 1984
	.....	30,6	.....	.....	Hart et al., 1964
TRIGO	.....	32,2	.....	.....	Hart et al., 1964
<b>Fibra Det. Ácida</b>					
AVENA	.....	30,1	.....	38,4	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	.....	39,6	34,6	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	41,3	.....	.....	Martín et al., 1981
CEBADA	.....	40,7	40,98	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	36,2	.....	.....	Martín et al., 1981
TRITICALE	.....	42	33,3	27,2	PROVA, 1999 (URU)
	.....	33,6	.....	.....	Martín et al., 1981
	.....	.....	.....	38,4	Mieres, comunicación pers. (URU)
TRIGO	.....	39,3	45,04	48,2	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	36,5	.....	38,8	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	34,6	.....	.....	Martín et al., 1981

Cuadro N° 1 (Cont.)					
Contenido (%)	EM	FL	GA-L	GP-D	Autores
<b>Fibra Det. Neutra</b>					
AVENA	.....	54,6	.....	67,5	Mieres, comunicación pers. (URU)
	.....	.....	68,5	66,5	Forum Argentino de Forrajes, 1997
CEBADA	.....	62,6	74,9	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)
TRITICALE	.....	75,6	65,9	54	PROVA, 1999 (URU)
	.....	.....	.....	64,6	Mieres, comunicación pers. (URU)
TRIGO	.....	64	.....	66,8	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	56,8	74,9	.....	Mieres, comunicación pers. (URU)

Cuadro N° 2. Resumen de información de rendimiento de materia seca y nutrientes (PC, MOD, MSD, FC) en avena, cebada, triticale y trigo en los estados de embuche (EM), floración (FL), grano acuoso-lechoso (GA-L) y grano pastoso-duro (GP-D).

Rendimiento (tt/ha)	EM	FL	GA-L	GP-D	Autores
<b>Materia Seca</b>					
AVENA	3,76	5,64	7,78	8,89	Smith, 1960
	4,90	6,38	9,40	15,8	Gardner y Wiggans, 1961
	5,5	8,4	10,4	8,4	Trindade y Moreira, 1987
	.....	4,26	6,51	5,13	Toll y Juárez, 1991
	.....	.....	6,60	6,90	Burgess et al., 1972
	.....	6,75	.....	9,20	Gervais, 1984
	.....	7,06	.....	7,06	Bishnoi et al., 1978
	.....	.....	4,48	4,89	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	.....	.....	.....	8,16	Tingle y Dawley, 1974
	.....	.....	.....	11,7	Haile, 1984
	.....	.....	.....	6,72	Kennelly y Khorasani, 1998
	.....	.....	.....	11,4	Corrall et al., 1977
	.....	6,7	.....	.....	Hart et al., 1964
	3,7	.....	.....	.....	Carnide et al., 1991
CEBADA	5,34	7,68	9,25	.....	Droushiotis y Droushiotis, 1984
	.....	7,38	.....	7,00	Bishnoi et al., 1978
	.....	.....	.....	7,52	Tingle y Dawley, 1974
	.....	.....	8,00	.....	Droushiotis y Wilman, 1987
	.....	.....	.....	7,80	Barreto et al., 1989 cit. Pigurina, 1992 (URU)
	.....	.....	.....	7,70	Kennelly y Khorasani, 1998
TRITICALE	5,20	5,60	7,80	8,00	Trindade y Moreira, 1987
	.....	7,19	9,58	10,6	PROVA, 1999 (URU)
	.....	8,44	.....	8,23	Bishnoi et al., 1978
	.....	.....	.....	6,36	Tingle y Dawley, 1974
	.....	.....	.....	6,33	Kennelly y Khorasani, 1998
	1,50	.....	.....	.....	Carnide et al., 1991
	.....	8,30	.....	.....	Romano, 1987
TRIGO	.....	6,66	.....	6,21	Bishnoi et al., 1978
	.....	3,14	.....	4,57	Forum Argentino de Forrajes, 1997
	1,30	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	.....	.....	12,0	Corrall et al., 1977
	.....	6,70	.....	.....	Hart et al., 1964

Cuadro N° 2 (Cont.)	EM	FL	GA-L	GP-D	Autores
<b>Rendimiento (tt/ha)</b>					
<b>Proteína Cruda</b>					
AVENA	0,67	0,82	0,93	0,99	Smith, 1960
	.....	0,24	.....	.....	Martin et al., 1981
	.....	.....	.....	0,43	Haile, 1984
	0,41	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	.....	.....	0,60	Tingle y Dawley, 1974
	.....	.....	.....	0,74	Schmidt, 1962
CEBADA	0,89	1	0,92	.....	Droushiotis y Droushiotis, 1984
	.....	0,1	.....	.....	Martin et al., 1981
	.....	.....	.....	0,62	Tingle y Dawley, 1974
	.....	.....	0,72	.....	Droushiotis y Wilman, 1987
TRITICALE	.....	.....	.....	0,48	Tingle y Dawley, 1974
	0,34	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	0,07	.....	.....	Martin et al., 1981
TRIGO	.....	0,08	.....	.....	Martin et al., 1981
<b>Materia Org. dig.</b>					
CEBADA	3,34	4,5	4,98	.....	Droushiotis y Droushiotis, 1984
	.....	.....	3,81	.....	Droushiotis y Wilman, 1987
<b>Materia Seca Dig.</b>					
AVENA	.....	.....	.....	4,36	Tingle y Dawley, 1974
	2,7	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	2,03	.....	.....	Martin et al., 1981
CEBADA	.....	.....	.....	4,50	Tingle y Dawley, 1974
	.....	0,83	.....	.....	Martin et al., 1981
TRITICALE	.....	.....	.....	3,58	Tingle y Dawley, 1974
	1,6	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1990
	.....	0,46	.....	.....	Martin et al., 1981
TRIGO	0,49	.....	.....	.....	Carnide, et al., 1991
	.....	0,56	.....	.....	Martin et al., 1981
<b>Fibra Cruda</b>					
AVENA	1,1	1,9	2,60	.....	Smith, 1960

En los cuadros 1 y 2 se confirman las tendencias mencionadas anteriormente, en cuanto al rendimiento de MS (tt/ha) y al valor nutritivo de los cereales bajo estudio. Se observa un progresivo aumento en la biomasa total, con pérdida de calidad al avanzar el estado de madurez del cultivo. Los cambios en el tiempo de acuerdo con la bibliografía son:

- \* % MS: aumenta consistentemente
- \* % PC y DMO: disminuye consistentemente (excepto PROVA, 1999)
- \* DMS y FC: la información es escasa.
- \* FDA: los valores observados son contradictorios.
- \* FDN: disminuye (excepto Mieres, com. pers.)

El rango de valores en cada estado y para cada especie es muy amplio, lo que significa superposición de valores entre distintos estados fisiológicos.

Conocer la evolución del valor nutritivo de la planta y producción de MS a lo largo del ciclo, es muy importante para lograr un aprovechamiento óptimo del forraje, cubrir los requerimientos nutricionales y así obtener una buena producción. La información recabada ha sido en su mayoría de origen extranjero, debido a que los datos nacionales respecto a la calidad del forraje de primavera son escasos.

Generalmente en primavera el contenido de proteína de las cuatro especies disminuye al avanzar la madurez, variando en un rango de 16,8 en embuche a 3,72% en grano pastoso duro (Cuadro N° 1). En cebada, Droushiotis y Droushiotis (1984), señalan que el contenido de PC varió entre 16,8% al embuche y 9,9% a grano lechoso. Sin embargo, el contenido de PC de los cereales en estados avanzados de madurez, puede ser demasiado bajo para cubrir los requerimientos vacunos en producción. Corral et al. (1977) obtuvieron valores muy bajo de PC al estado de grano pastoso duro (5,6%) para avena y trigo, comparado con la mayoría de los autores. El valor más bajo registrado (3,72%) corresponde a una muestra de avena al estado de grano pastoso duro (Haile, 1984).

Las condiciones ambientales durante el ciclo de crecimiento inciden, tanto en el rendimiento como en el

valor nutritivo, reafirmando la importancia de realizar estudios comparativos de las diversas especies en forma simultánea. Gardner y Wiggans (1961), obtuvieron en un año seco contenidos de proteína más altos que en un año húmedo, disminuyendo más lentamente en un año seco. A su vez Hafley et al. (1987), observaron una importante variación entre años en el contenido de PC. En el primer año de evaluación (1982), obtuvieron un nivel de PC de 17,6 y 13,3% para trigo y avena en un experimento, mientras que al año siguiente en otro experimento registraron valores más altos (20,1 y 18,9% respectivamente) y similares entre especies. En la bibliografía estudiada, los valores de PC promedio para avena y trigo son similares (Cuadro N° 1).

### 2.3.2 Rendimiento de forraje y calidad

Las necesidades de forraje del ganado, en invierno y principios de primavera, pueden cubrirse mediante un aprovechamiento escalonado de las especies, teniendo en cuenta la distribución de forraje. Delgado et al. (1984), indican que el orden de pastoreo en España, desde la especie más precoz a la más tardía, sería: triticale, cebada, avena y trigo. En contraposición, la mayor precocidad de forraje en Uruguay corresponde a los cultivos de cebada y avena. Esta contradicción se debe probablemente a que, en las evaluaciones realizadas en Uruguay, se utilizan triticales de ciclo largo más tardíos. Huhn (2000) observó un incremento en la oferta de forraje del trigo LE 2271 y triticale LETR 4 en julio y agosto, en comparación con los escasos rendimientos de mayo-junio.

Las prácticas culturales y el estado de madurez a la cosecha afectan marcadamente el rendimiento y la calidad de ensilaje. Para realizar reservas con trigo, Belyea et al. (1978, citado por Berger y León 1981) indican que el momento óptimo para la cosecha para vacas en lactancia, parece ser entre el estado vegetativo tardío y principios de la espigazón, debido a que la proteína cruda y la energía de lactación parecen adecuadas para soportar altos niveles de producción de leche. Por el contrario, en el Forum Argentino de Forrajes (1997), se indica que el momento de corte óptimo es al estado de grano pastoso (35%

de MS), donde se logra mayor producción de MS (4600 kg/ha de MS). A partir de este estado se registra una leve disminución en la calidad de la planta, variando entre años.

La información bibliográfica, en relación al rendimiento de los diversos componentes por unidad de superficie, es más abundante para avena (Cuadro N° 2). Al utilizar la avena como reserva de forraje, si se la corta en 10% de floración, demuestra ser mejor forrajera que el resto de los cereales estudiados, debido a la obtención de un mayor rendimiento de MS digestible (2032 kg/ha) y PC (238 kg/ha; Martín et al., 1981).

Las avenas a estados inmaduros pueden proveer un forraje nutritivo y de alta calidad (Smith, 1960). Sin embargo, los valores mínimos requeridos no son siempre iguales para distintos países. Las vacas lecheras sometidas exclusivamente a dietas de avenas, generalmente, no necesitan suplemento alguno, excepto minerales (García, 1995b). En cambio Downes et al. (1974), citado por Berger y León (1981), consideran insuficientes para animales en lactancia, los niveles de proteína en avena al estado de madurez. A su vez Raymond (1969, citado por Droushiotis y Droushiotis, 1984), sugiere que el contenido dietético de 13,8-15% de PC es en general adecuado para animales de alta producción, valores que sólo se observan en el estado de embuche para todas las especies. La disminución en el consumo voluntario del forraje más maduro, cancelaría las ventajas de cualquier aumento de rendimiento (Troelsen y Campbell 1970, citado por Kilcher y Troelsen, 1973). Burgess et al (1972), percibieron que el consumo diario de MS está muy relacionado con el contenido de FDA, al observar que la tasa de disminución en el consumo *ad libitum* fue mayor a partir del estado de grano lechoso.

El valor nutritivo más alto de avena se obtiene cosechando en el estado de macollaje, pero la mayor producción de nutrientes por hectárea es en floración (Meyer et al. 1956, citado por Shands y Chapman, 1961). Este momento es el de más alto tenor de azúcar, fundamental para que ocurra el proceso fermentativo del ensilaje, debiéndose hacer un pre-marchitado para eliminar el exceso de humedad

(Floss, 1988, citado por García Sa, 1995b). En avena, al igual que en los otros cereales, se observan diferencias en el valor nutritivo a igual estado fisiológico, que se reflejan en las recomendaciones de cosecha para diferentes países. Haile (1984) indica que los materiales cosechados a antesis dan un porcentaje de proteína más alto, mientras lo contrario ocurre con la MS. En cambio Tingle y Dawley (1974), señalan que la avena alcanza el máximo valor nutritivo en grano lechoso, reteniendo suficiente humedad para una buena compactación del ensilaje. Keitt y Tarbox (1912, citados por Shands y Chapman, 1961) concuerdan en que al cortar temprano en el estado de grano lechoso, cuando la planta entera es bastante palatable, produciría un forraje con buen contenido de proteína. Luego de dicho estado, hay un continuo incremento de almidón en el grano, mientras que los otros componentes de la planta decrecen rápidamente en valor nutritivo. Por el contrario, Gardner y Wiggans (1961) sugieren el estado de grano pastoso como óptimo para cosechar avenas para ensilaje. A su vez, Smith (1960) considera que el rendimiento de MS por hectárea más alto se da cercano a la madurez, pero el mayor rendimiento de constituyentes nutricionales importantes (PC, P y Ca) ya se ha producido próximo al estado de grano pastoso. Por otro lado, Schmidt (1962) obtuvo el máximo rendimiento de proteína en avena (744 kg/ha) a madurez.

En cebada existe también diferencia en las recomendaciones. Por ejemplo, Marx (1974, citado por Baldrige et al., 1985) indica que la mejor calidad de heno o ensilaje se obtiene cuando la cebada es cortada al estado de embuche. Cosechas más tardías resultan en menor calidad nutritiva. En cambio Cherney et al. (1983), concluyen que debería ser cortada a los 7 días luego de la emergencia de la inflorescencia, en sistemas que requieren altos consumos (altas tasas de digestión), tales como sistemas de producción de leche o de rápido crecimiento animal, debido a que la tasa de digestión de la pared celular disminuye rápidamente cuando comienza el llenado de grano. Ensilar planta entera de cebada a estados avanzados de madurez, aunque permite obtener máximos rendimientos de MS y MOD por unidad de superficie, es difícil debido al bajo contenido de humedad (Tingle y Dawley 1974). Además, la cebada en estados tardíos de crecimiento necesita la adición de

suplemento proteico para la alimentación de algunas clases de ganado (Droushiotis y Droushiotis, 1984).

En triticales igualmente se observan distintas opiniones en relación al momento óptimo de corte. Basalto S.A. en Uruguay, señala que el momento de corte más adecuado para la realización de reservas en triticales, sería en estadios avanzados de desarrollo, posterior a grano lechoso-pastoso, para obtener la mayor cantidad de materia seca combinada con una adecuada calidad (PROVA, 1999). En cambio, Brignall et al. (1988) señalan que, si bien los rendimientos de MS de triticales se incrementan al retrasar la cosecha, la digestibilidad de la MS cosechada cae al avanzar la madurez.

En términos generales, se observa una escasez de trabajos comparativos entre especies y en distintos estados fisiológicos para cereales doble propósito. Cabe destacar que la información es más abundante en contenido de nutrientes de la planta, que generalmente no están relacionados al rendimiento por hectárea. Tampoco existe información en relación al rendimiento de diversos componentes por unidad de superficie, por ejemplo FDA, FDN y DMO, sobre todo en trigo.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental N° 3 de cultivos de la Estación Experimental La Estanzuela (INIA), ubicada sobre la ruta 50, km 11, en el Departamento de Colonia, Uruguay. Esta zona se encuentra sobre la Formación Libertad, predominando los suelos de tipo Brunosol Eutrítico típico. El período experimental transcurrió desde principios de setiembre hasta diciembre de 1999.

La historia de la chacra donde se instaló el ensayo es la siguiente:

- 1994 Cultivos de invierno
- 1995 Cultivos de verano
- 1996-98 Lotus y trébol blanco
- 1999 Cultivos de invierno

Se realizó el siguiente laboreo para la preparación de la cama de siembra: el 30/11/98 se aplicó un herbicida total (Touch Down), el 23/12/98 se efectuó un laboreo primario con excéntrica, el 15/2/99 se pasó una rastra de discos para el afinado y el 5-6/3/99 se roturó el suelo con un arado de discos.

La siembra se realizó el 9 de abril de 1999, con una densidad de 300 semillas viables/m<sup>2</sup> y una fertilización inicial de 150 kg/ha de 18-46-0. La emergencia se observó a los 7 días post-siembra. Se usó una sembradora experimental marca Wintersteiger, con una distancia entre surcos de 18 cm.

En cuanto al manejo sanitario, el 30/4/99 se aplicó el insecticida de contacto selectivo Pirimor, a una dosis de 150 g/ha, para controlar pulgón. Para el control de malezas se utilizó Glean (15 g/ha) y la aplicación se realizó el 30/4/99.

En función del resultado del análisis de suelo, se refertilizó con 110 kg/ha de urea el 17/8/99.

### 3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL

En el período experimental se registró un bajo registro pluviométrico (Cuadro N° 3), lo que determinó un marcado déficit hídrico a partir del mes de octubre. En comparación con la media histórica, se registraron 187 mm de lluvia menos en el período experimental de primavera (setiembre-noviembre).

Cuadro N° 3. Precipitaciones para el año 1998, 1999 y promedio histórico para el período 1965 - 1999.

	1998	1999	PROMEDIO 1965/99
	(mm)	(mm)	(mm)
JULIO	57	93	72,1
AGOSTO	12,1	97,8	72,9
SETIEMBRE	62,6	72,6	80
OCTUBRE	30,4	13,5	105,3
NOVIEMBRE	111,2	23,7	111,5
DICIEMBRE	149,8	58,2	102,1

Fuente: Estación Meteorológica INIA La Estanzuela.

### 3.3 GENOTIPOS UTILIZADOS

Las especies de cereales de invierno utilizadas fueron aquellas con posibilidades de uso doble propósito en Uruguay (trigo, avena, cebada, y triticale). Se incluyeron dos genotipos por especie: trigo de ciclo largo (variedad INIA Tijereta y línea experimental LE 2271), avena tipo *byzantina* (variedad Estanzuela 1095a) y tipo *sativa* (variedad INIA Polaris), cebada (variedad Estanzuela Quebracho y línea experimental CLE 178) y líneas experimentales de triticale (LETR 25 y LETR 4).

### 3.3.1 Trigo

INIA Tijereta es un cultivar de trigo obtenido a partir de un cruzamiento efectuado en La Estanzuela, entre la línea experimental LE 2132 y la variedad Estanzuela Calandria, liberado en 1996. Es de ciclo largo, no exigente en frío invernal pero con respuesta a fotoperíodo y de buena sanidad foliar, principalmente para roya de la hoja. Tiene alto potencial de rendimiento de grano y buen peso hectolítrico. Su calidad molinera es adecuada y su harina es apta para panificación directa. No posee una típica aptitud para doble propósito, pero manejado con las debidas precauciones, puede ser usado para ese fin.

LE 2271 es una línea experimental avanzada de trigo que está próxima a ser liberada comercialmente. Es de ciclo largo, muy macollador y con muy buena aptitud para doble propósito, evaluada mediante pastoreos con ovinos. Fue creada en La Estanzuela, a partir de un cruzamiento complejo, en el que participaron, entre otros, los cultivares Estanzuela Federal, Trigal 800 y Klein Impacto. Presenta respuesta a fotoperíodo, sin exigencias en frío invernal. Su potencial de rendimiento es muy alto y ha presentado muy buena sanidad, principalmente para manchas foliares y roya de la hoja. También se comporta bien frente a fusariosis de la espiga. Su calidad de grano es buena y su harina es apta para panificación directa.

### 3.3.2 Avena

La avena Estanzuela 1095a es una variedad antigua de tipo *byzantina*, obtenida en La Estanzuela mediante la separación de una población criolla (muestra de exposición en Salto) en 1925, producto de una selección individual continuada. En la actualidad es una compleja población de genotipos que presenta un porte semipostrado (con plantas desde erectas a postradas), hojas finas y una época de floración intermedia. Demuestra muy buen rendimiento otoño-invernal de forraje, excelente macollaje y muy buen rebrote. Por su variabilidad genética se adaptó muy bien a diferentes situaciones, aportando pastoreos tempranos a los verdeos asociados y rendimientos aceptables de forraje para

reservas de primavera. De forma similar a otras variedades, puede ser afectada por ataques de pulgón y roya de la hoja.

La avena INIA Polaris es un cultivar de *Avena sativa* desarrollado por INIA La Estanzuela en cooperación con la Colección Internacional de Quaker Oats Company. Tiene origen en una población segregante F<sub>3</sub>, QR545 = Ctz9/C5-2,1563 CRcpx/T312/SRcpx//84-1028, desarrollada por los Drs. Marshall A.; Brinkman y Stevens J. B., del Departamento de Agronomía de la Universidad de Wisconsin-Madison. Se caracteriza por su ciclo más corto, mayor precocidad, hábito de crecimiento semierecto, menor macollaje y cañas más gruesas, lo que determina que sean más apropiadas para doble propósito que para forraje exclusivamente. En siembras de julio se utiliza para la producción de grano. Ha demostrado buena resistencia a roya en los últimos seis años, pero su comportamiento sanitario puede variar en años sucesivos, dada la vulnerabilidad de la especie a esta enfermedad.

### 3.3.3 Cebada

Estanzuela Quebracho es una variedad comercial de ciclo intermedio cuyo origen es una introducción de Western Australia Department of Agriculture, Australia. Presenta porte semirrastrero-semierecto, alcanzando a madurez fisiológica los 100 cm de altura. Demuestra alto rendimiento y buenas características agronómicas, con una calidad de malteo regular. Su susceptibilidad frente a roya de la hoja es intermedia.

CLE 178 es una línea experimental de ciclo largo seleccionada en INIA La Estanzuela que no será liberada para el uso en Uruguay, debido a su baja calidad de malteo y pobre excersión de espiga. Es una cebada de tipo Europeo, más postrada, con porte semirrastrero, conteniendo un gen del enanismo que determina escasa altura del cultivo en primavera y una pobre excersión de espigas en siembras tempranas con cortes. Presenta un excepcional rendimiento y buenas características agronómicas. Esta línea presentaba una alta resistencia a roya de la hoja, pero en 1999 quiebra resistencia a una nueva raza de la enfermedad.

### 3.3.4 Triticale

LETR 4 es una variedad de triticale producida en Polonia y cuyo nombre comercial original es Presto. Ha tenido una importante difusión en varios países, como por ejemplo en los EE.UU, donde fue muy utilizada dentro del área destinada a pastoreo con bovinos, en los Estados de Kansas y Arkansas, principalmente. Presenta buena sanidad foliar y alto potencial de rendimiento de grano, aunque la calidad física del mismo no es buena. En La Estanzuela, su aptitud para doble propósito ha sido evaluada tanto con cortes como pastoreando con ovinos. Debido a su ciclo largo, porte rastrero y lento desarrollo, su aporte de forraje recién es importante hacia fines del invierno.

LETR 25 es una línea experimental avanzada de triticale, seleccionada en La Estanzuela a partir de una población F2 introducida del Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT), originada de una cruce de triticales de invierno y primavera, en la cual participó Presto (LETR 4). En el proceso de selección se buscó obtener líneas con entrega de forraje algo más tempranas que LETR 4 y con rendimientos de grano y sanidad iguales o superiores a los de ese cultivar. LETR 25 ha demostrado poseer estas características y además, su calidad física de grano, en general, es mejor que la de LETR 4. Su ciclo es largo, con respuesta a fotoperíodo y sin mayores exigencia en frío invernal.

### 3.4 MANEJO DE DEFOLIACION

Para cada genotipo, se hicieron dos manejos de corte durante el período vegetativo de otoño-invierno: uno denominado aliviado con 3 cortes realizados el 27 de mayo, el 7 de julio y el 3 de agosto; el otro denominado frecuente con 4 cortes realizados el 14 de mayo, el 8 de junio, 7 de julio y 3 de agosto (Anexo N° 1). Estos cortes se realizaron con una cortadora de césped automotriz de 0,53 m de ancho. La altura de rastrojo fue de 5 cm, simulando el pastoreo. Los rendimientos de forraje correspondientes al período mayo-agosto se incluyeron en el Anexo N° 1.

### 3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A efectos de no alterar las parcelas con destino a evaluación de grano, se efectuó la siembra de dos ensayos paralelos, uno de los cuales se destinó a la cosecha de grano y el otro a los muestreos destructivos para evaluar rendimiento de forraje y calidad.

#### 3.5.1 Momentos de corte para forraje y grano

El forraje se cortó en 5 estados de desarrollo fisiológicos distintos: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso (A-L) y grano pastoso-duro (P-D), mientras que la cosecha de grano se realizó a madurez fisiológica (Cuadro N° 4). A la cebada no se le efectuaron los cortes a grano A-L y P-D por problemas sanitarios que impidieron el normal desarrollo del cultivo.

Cuadro N° 4. Fechas de cosecha para forraje y grano.

Especie	Genotipo	3 nudos	Embuche	Floración	GranoA-L	GranoP-D	Cosecha
Avena	1095a	15-set	01-oct	16-oct	25-oct	05-nov	27-nov
	Polaris	15-set	24-set	16-oct	25-oct	05-nov	27-nov
Cebada	E. Quebracho	15-set	24-set	22-oct	--	--	22-nov
	CLE 178	15-set	24-set	22-oct	--	--	22-nov
Trigo	Tijereta	15-set	01-oct	22-oct	03-nov	13-nov	05-dic
	LE 2271	15-set	11-oct	30-oct	13-nov	22-nov	05-dic
Triticale	LETR25	15-set	01-oct	22-oct	03-nov	22-nov	05-dic
	LETR 4	15-set	01-oct	22-oct	03-nov	22-nov	05-dic

### 3.5.2 Determinaciones

#### 3.5.2.1 Rendimiento de grano y componentes de rendimiento

Para disminuir el efecto de borde, en el ensayo de grano se eliminaron las dos hileras de borde, así como 0.5 m en cada cabecera de las parcelas. De esta forma, el área de evaluación se redujo a cuatro surcos de 4 m de longitud. Dentro de esta área se muestrearon 2 metros lineales en estaciones fijas, en los cuales se contó el número de espigas; estas muestras se trillaron para obtener el peso de grano y los componentes de rendimiento de grano (número de espigas, número de granos por espiga). El peso de 1000 granos se determinó en dos muestras de 100 granos que se promediaron.

Los cuatro surcos centrales se cortaron a una altura de 5 cm con una pastera experimental. Se procedió a pesar cada parcela para determinar biomasa antes de realizar la trilla y ventilación para obtener rendimiento de grano. Para mayor exactitud, este se determinó sobre grano trillado y posteriormente ventilado.

#### 3.5.2.2 Sanidad

En las parcelas destinadas a cosecha de grano se realizó una única estimación visual de enfermedades el 26 de octubre de 1999 (Anexo N° 2). La evaluación de manchas foliares se expresa en porcentaje del área foliar afectada, mientras que la evaluación de roya de la hoja incluye el grado de infección en porcentaje y las características de la reacción. En forma complementaria, se caracterizó el estado fisiológico al momento de la lectura de enfermedades.

### 3.5.2.3 Rendimiento de forraje y componentes

El rendimiento de forraje en cada momento (estado) fisiológico se determinó en 1,5 metros lineales (0,5 m en cada una de las tres filas de la parcela), cortando a 5 cm del suelo, simulando la altura de operación de la máquina hileradora/picadora.

Antes de cortar se midió la altura del cultivo. La misma se obtuvo realizando 6 medidas distribuidas en el área de corte y luego se calculó un promedio.

Luego de tomadas las muestras se llevaron al laboratorio para determinar el peso fresco de la muestra total (biomasa). Después se realizó un cuarteo de la muestra, colocándose una parte en estufa a 60°C, durante 24 horas, para determinar contenido de MS. El resto de la muestra se utilizó para obtener el número de tallos, de espigas y, por último, el peso fresco y peso seco de cada componente (hojas, tallos, espigas y restos secos).

### 3.5.2.4 Valor nutritivo del forraje

Se procedió a mezclar las muestras de MS de las cuatro repeticiones, para obtener una muestra conjunta de cada tratamiento y momento de corte. Las muestras se secaron en estufa a 60°C, se molieron y se enviaron al laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela, para determinar MS, DMO, FDN, FDA, PC y cenizas. Los procedimientos utilizados por el laboratorio para el análisis de las muestras, corresponden a la metodología definida por los siguientes autores:

- MS (Harris, 1970)
- DMO (Mc. Dugall, 1948; Minson y Mc Leod, 1972; Tilley y Terry, 1963)
- FDA y FDN (Van Soest, 1963; Georing y Van Soest, 1970)
- PC ( A.O.A.C., 1984; TECATOR, 1987)
- Cenizas (A.O.A.C., 1984)

### 3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental consistió en dos experimentos paralelos, uno utilizado para obtener los datos de forraje y el otro para evaluar el rendimiento en grano de los cereales bajo estudio. Cada experimento estaba conformado por 16 tratamientos, dispuestos en un factorial completo (8 genotipos por 2 manejos), con cuatro repeticiones (Figura N° 1). El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar.

El ensayo de grano tuvo un diseño experimental factorial de 8 tratamientos de genotipos por 2 manejos, con 4 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 6 surcos, a 18 cm entre sí, por 5 metros de largo.

El ensayo de forraje presentó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones, 8 genotipos como parcela principal y dos manejos de corte como subparcelas. El tamaño de las subparcelas fue de 3 surcos, a 18 cm entre sí, por 5 metros de largo.

La interacción entre genotipos y manejos de corte no fue significativa ( $P > 0,05$ ) para rendimiento de forraje, en los cinco estados fisiológicos. Teniendo en cuenta este resultado, el análisis estadístico del contenido de nutrientes se realizó tomando como repeticiones los manejos de defoliación (2 repeticiones).

El análisis estadístico fue realizado con el programa Agrobase (Agronomix Software Inc., Canadá, 1997) y consistió en:

- 1- ANOVA para cosecha de grano y sus componentes.
- 2- ANOVA para cada momento fisiológico de cosecha de forraje.
- 3- ANOVA para contenido de nutrientes.

El método utilizado para la comparación de medias fue la mínima diferencia significativa protegida (MDS) con un nivel de significancia del 5%.

Figura N° 1.

ENSAYO: ALTERNATIVAS DE CEREALES DOBLE PROPÓSITO

Fecha de siembra: 9 de Abril de 1999.

Parcelas divididas

N

10	6	5	7	1	3	9	16	15	8	11	13	4	14	2	12	6	5	7	8	1	2	4	3	10	9	16	15	12	11	13	14	
		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F						F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
730	729	728	727	726	725	724	723	722	721	720	719	718	717	716	715	798	797	796	795	794	793	792	791	790	789	788	787	786	785	784	783	
8	1	13	2	15	11	12	14	10	4	16	5	7	6	3	9	2	1	14	13	16	15	11	12	6	5	7	8	3	4	10	9	
699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	
4	12	16	2	14	6	15	11	7	13	1	3	9	10	8	5	16	15	11	12	8	7	13	14	1	2	4	3	10	9	5	6	
698	697	696	695	694	693	692	691	690	689	688	687	686	685	684	683	766	765	764	763	762	761	760	759	758	757	756	755	754	753	752	751	
15	3	12	5	14	2	13	4	8	7	6	11	1	10	16	9	15	16	3	4	6	5	14	13	7	8	12	11	1	2	10	9	
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	

- 1. 1095a F
  - 2. 1095a A
  - 3. Polaris F
  - 4. Polaris A
  - 5. Quebracho F
  - 6. Quebracho A
  - 7. CLE 178 F
  - 8. CLE 178 A
  - 9. Tijereta F
  - 10. Tijereta A
  - 11. IE 2271 F
  - 12. IE 2271 A
  - 13. LETR 25 F
  - 14. LETR 25 A
  - 15. LETR 4 F
  - 16. LETR 4 A
- F: manejo frecuente  
A: manejo alliviado

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

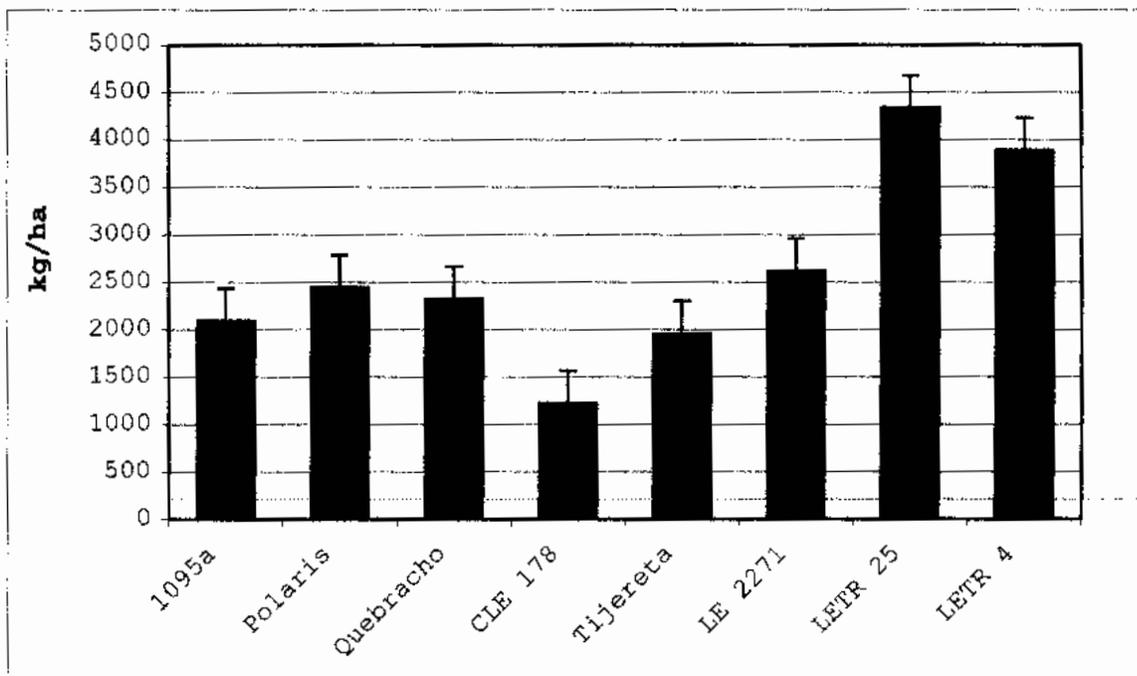
### 4.1 PRODUCCIÓN DE GRANO

#### 4.1.1 Rendimiento de grano

El inicio de la defoliación más temprano, junto con la inclusión de un corte en junio (manejo frecuente), determinó un aumento de 15% en los rendimientos de grano de todas las especies ( $P > 0,05$ , Anexos N° 4 y 5), probablemente debido a la estimulación del macollaje. La interacción genotipo por corte no fue significativa, permitiendo comparar directamente los promedios de rendimiento de ambos manejos para cada genotipo.

Como se observa en la Figura N° 2, se destacó la superioridad de los triticales con relación al resto de las especies ( $P > 0,05$ ). El mayor rendimiento de esta especie puede explicarse, entre otros factores, por el buen comportamiento que presenta frente a condiciones de estrés, como frío y sequía (Carnie y Vargas López, 1979). En este sentido, hay que destacar que a partir de setiembre de 1999 las precipitaciones registradas fueron inferiores a las normales, extendiéndose esta situación a lo largo del ciclo del cultivo (Cuadro N° 3).

Figura N° 2. Producción de grano (kg/ha). Anexos N° 3 y 5.



I mínima diferencia significativa (P=0,05)

Los rendimientos de triticale obtenidos en este ensayo (4330 y 3885 kg/ha, para LETR 25 y LETR 4 respectivamente), están dentro del rango registrado en nuestro país. Caffarel et al. (2000a), en el mismo año de siembra, obtuvieron rendimientos superiores, mientras que Caffarel y Díaz (2001), y Ceretta et al. (1998b) registraron rendimientos menores. Sin embargo, los rendimientos de grano de este experimento fueron superiores a los registrados en otros países, como Argentina y España (López y Garbini, 1986; Royo et al., 1993; García del Moral et al., 1994). Al igual que en otros países, esta especie demostró un buen comportamiento sanitario, manteniendo mayor área fotosintéticamente activa por más tiempo, lo cual puede haber favorecido un mejor llenado de grano (Amigone et al., 1991a; 1991b). En la lectura de enfermedades, LETR 4 presentó muy baja incidencia de manchas foliares y trazas de roya de hoja, (Anexo N° 2), confirmando los resultados obtenidos por Caffarel et al. (2000a). Altos rendimientos, buena sanidad, adaptación a siembras tempranas y al manejo con cortes, representan una combinación promisoriosa de esta nueva especie para nuestro país.

La fecha de siembra de comienzos de abril y el manejo de cortes no han sido los más propicios para maximizar los

rendimientos de trigo y cebada (Hubbard y Harper, 1949; Martino y García, 1984; Cibils, 1989). Labandera y Stewart (1999) basados en los resultados de evaluación de cultivares correspondientes al período 1995-1998, señalan que el rendimiento de avena se ubica por debajo de los de trigo y cebada, cuando se realizan siembras más tardías (mayo). En este experimento no se observaron diferencias entre estas especies, debido a los bajos rendimientos obtenidos, principalmente para los genotipos de cebada CLE 178 y trigo Tijereta (Figura N° 2).

El comportamiento de las especies es también diferente al reportado por Caffarel (1999; 2000) y Caffarel et al., (2000b; 2000c) para los mismos genotipos. Las mayores diferencias entre experimentos fueron observadas en trigo y cebada, donde estos autores obtuvieron rendimientos superiores (aproximadamente 1700 y 2700 kg/ha, respectivamente). Los mayores rendimientos de cebada obtenidos por Caffarel (1999; 2000), son posiblemente debidos a factores como la siembra más tardía y el manejo sin cortes, condiciones que favorecen el desarrollo de estas especies. En el caso de trigo, a pesar de que los datos registrados por Caffarel et al. (2000c) corresponden también a siembras de abril, las diferencias entre experimentos podrían explicarse por una defoliación menos frecuente (dos cortes en invierno).

Triticale y avena son, probablemente, especies que están más adaptadas al manejo realizado en el experimento, tanto en términos de momento de siembra como de defoliación. Avena es la especie que presentó rendimiento de grano similar a los resultados obtenidos por Labandera y Stewart (1999), posiblemente por una mayor similitud en el manejo de los ensayos, con fecha de siembra temprana (principio de abril) y manejos bajo corte en otoño-invierno. También, presentó un buen comportamiento sanitario, con un nivel de susceptibilidad moderada a roya de la hoja y con baja incidencia de manchas foliares (Anexo N° 2), esto último posiblemente favorecido por un ambiente seco.

Los bajos rendimientos de los genotipos de cebada probablemente son debidos a su escasa adaptación a la fecha de siembra tan temprana y al manejo con cortes, dado que Quebracho rindió la mitad de grano que en los experimentos sembrados en invierno en INIA La Estanzuela durante 1999 (Caffarel, 2000). Seguramente, la alta incidencia de

enfermedades, principalmente virus del enanismo (BYDV) y roya de la hoja (70-80S), también incidieron en estos bajos rendimientos. La alta incidencia de BYDV puede estar relacionada a la presencia de pulgones, favorecidos por el año seco.

Al analizar las diferencias dentro de cada especie, surgen contrastes importantes entre algunos genotipos. Con respecto al trigo, Tijereta rindió 660 kg/ha menos que LE 2271 ( $P > 0,05$ ), repitiéndose el ranking de rendimientos observados por Caffarel et al. (2000c). La fecha de floración más tardía que presentó LE 2271 (8 días más tarde; Cuadro N° 4), puede haber influido en el mejor comportamiento que presentó esta línea de trigo frente a Tijereta. Además, Tijereta fue el más afectado por manchas foliares, siendo uno de los factores que incidió en el bajo rendimiento, mientras que LE 2271 presentó un buen comportamiento sanitario (Anexo N° 2).

Los rendimientos absolutos de trigo en este experimento fueron 36 y 50% menores que los observados por Caffarel et al. (2000c) para LE 2271 y Tijereta, respectivamente. Cabe destacar que las diferencias observadas entre experimentos sembrados el mismo año podrían estar asociadas, entre otros factores, al manejo de defoliación. Los datos de rendimiento registrados por estos autores fueron obtenidos luego de dos cortes de invierno, mientras que en este experimento se realizaron tres y cuatro cortes. Con relación al trigo Tijereta, el análisis conjunto de 1995, 1996 y 1997 (Ceretta et al., 1998a) y los resultados del año 2000, presentados por Caffarel et al. (2001), registran rendimientos de grano similares a los obtenidos en este ensayo, probablemente debido a que el manejo de cortes fue similar (tres y cuatro cortes).

1095a y Polaris, los genotipos de avena incluidos en este ensayo, tienen características muy contrastantes en hábito de crecimiento, macollaje, tipo y tamaño de grano (Fischer, 1937; Rebuffo, 1998). Polaris obtuvo un rendimiento superior a 1095a en 355 kg/ha ( $P > 0,05$ ; Anexo N° 3 y 5). En los resultados de evaluación realizados en INIA La Estanzuela para los años 1996-1998 y 1999 se obtuvieron similares tendencias (Ceretta et al. 1999; Labandera y Stewart, 1999), donde Polaris superó a 1095a en 58 y 21%, respectivamente. Estas diferencias entre genotipos no se observan todos los años, como lo demuestran los ensayos

realizados en el año 1996 y 1998 por estos autores, donde no hubo diferencias en el rendimiento de grano.

A pesar de los bajos rendimientos globales de cebada, Quebracho rindió 1101 kg/ha más que CLE 178 ( $P < 0,05$ ). El ranking de variedades no coincide con el observado por Caffarel (1999), ya que en el análisis conjunto para los años 1996, 1997 y 1998, CLE 178 rindió 500 kg/ha más que Quebracho. Sin embargo, con posterioridad a estos experimentos se han producido cambios sanitarios que probablemente explican las diferencias varietales obtenidas en este ensayo. CLE 178 fue resistente a roya de hoja (*Puccinia hordei*) hasta 1998, mientras que en 1999 presentó muy alta susceptibilidad frente a una nueva raza de esta enfermedad. Roya de la hoja es una enfermedad poco frecuente a nivel comercial, con siembras predominantes de junio y julio. En campos experimentales, donde se prueban materiales muy susceptibles sembrados en varias fechas, puede presentarse con niveles muy altos. Esta fue la situación que se observó en el ensayo analizado, en que se probó un material altamente susceptible (CLE 178) y un material con comportamiento intermedio (Quebracho) en una siembra temprana (abril), donde se registran temperaturas favorables para infecciones tempranas que permiten un desarrollo severo de la enfermedad (S.Germán, com. pers.).

El triticale LETR 25 presentó una producción 445 kg/ha superior a LETR 4 ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, en los datos registrados por Caffarel et al. (2000a) para los años 1998/1999 y 1999 no se observaron diferencias entre ambas líneas. Aunque los rendimientos de grano más altos del ensayo se obtuvieron con estas líneas, Caffarel et al. (2000a) obtuvieron rendimientos 700 y 980 kg/ha superiores a los alcanzados en el experimento para LETR 25 y LETR 4, respectivamente. Dado que estos experimentos corresponden al mismo año de siembra (1999), los mayores rendimientos obtenidos por Caffarel et al. (2000a) son probablemente debidos a factores de manejo tales como el menor número de cortes.

#### 4.1.2 Componentes de rendimiento

La inclusión de un corte en junio aumentó ( $P > 0,05$ ) la densidad de espigas en 19%, no incidiendo en los restantes componentes de rendimiento (tamaño de espigas y peso de grano; Anexos N° 4 y 5). Similares tendencias en el número de espigas obtuvieron Mockel et al. (1985), indicando el efecto positivo del pastoreo sobre la tasa de macollaje, lo cual explicaría la mayor densidad de espigas. Sin embargo, el manejo del pastoreo debe ser cuidadoso, ya que pastoreos intensos pueden resultar en un reducido tamaño de espiga y granos chicos (Mockel et al. 1985; Hubbard y Harper, 1949; Dann, 1968, citado por Hernández, 1969). La interacción de genotipo con manejo no fue significativa, por lo que a continuación se presentan los promedios de ambos manejos.

El grado de incidencia de cada componente en el rendimiento no presentó un padrón de comportamiento similar para todas las especies. El mayor rendimiento de triticale se explica principalmente por el mayor tamaño de la espiga y del grano (38 y 20% mayor que la media del ensayo, respectivamente), no siendo tan importante la densidad de espigas, con valores cercanos a la media (Figuras N° 3, 4 y 5). El llenado del grano de triticale puede haber sido favorecido por el mantenimiento de mayor área foliar a lo largo del ciclo reproductivo, determinado por la combinación de una floración más tardía y mayor sanidad foliar.

La densidad de espigas no presentó un padrón de comportamiento claro en las especies, ya que se registraron grandes diferencias entre genotipos. Los bajos rendimientos de trigo obtenidos, comparados con resultados nacionales y extranjeros, se deberían a que los genotipos en estudio presentaron un reducido número de granos/espiga, similar a lo obtenido por Mockel et al. (1985), siendo este el principal componente que determina el rendimiento. En forma similar a trigo, el bajo rendimiento de cebada se debe al tamaño de espiga. Los valores obtenidos en este ensayo fueron inferiores a otros resultados nacionales; Ernst et al. (1992), Luizzi (com. pers.), Pastorini et al. (1998), cuantificaron entre 17 y 22 granos/espiga, observándose en este experimento aproximadamente la mitad de granos/espigas para ambas variedades.

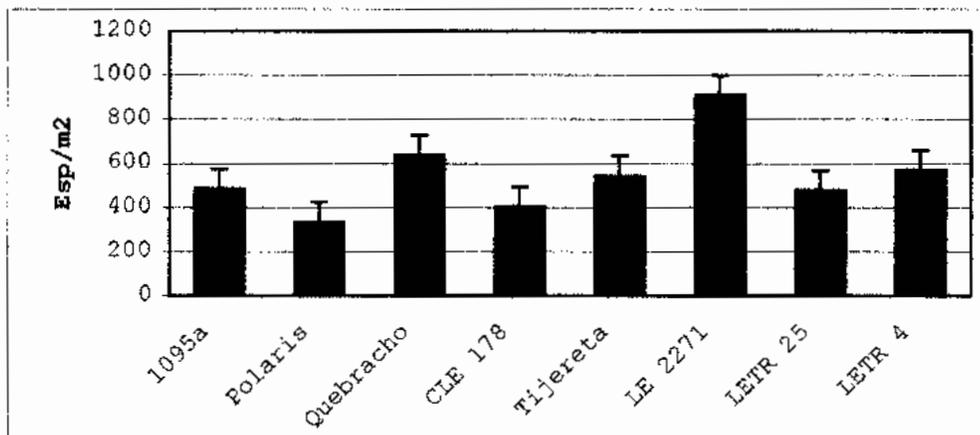
Los genotipos incluidos en esta evaluación componen su rendimiento en forma muy diversa. Entre las variedades de trigo se destaca LE 2271 por su mayor producción de grano ( $P > 0,05$ ), debido a que presenta una densidad de espigas más alta (909 esp/m<sup>2</sup>,  $P > 0,05$ ), con un 67% más de espigas que Tijereta, superando al resto de las especies y a los valores registrados anteriormente por Ernst et al. (1992; 350 esp/m<sup>2</sup>) y por Mockel et al. (1985; 373 esp/m<sup>2</sup>). Esta alta densidad de espigas de LE 2271 permitió compensar el menor tamaño de espigas (23% inferior a Tijereta), obteniendo 34% más de rendimiento.

La avena Polaris ha demostrado una buena adaptación al manejo doble propósito, con mayor rendimiento en grano que 1095a, fundamentalmente por un mayor tamaño de panoja y peso de grano (Figuras N° 4 y 5;  $P > 0,05$ ). En cambio 1095a presentó mayor densidad de panojas (485 vs 336 panojas/m<sup>2</sup>) debido a su mejor capacidad de macollaje (Figura N° 3,  $P > 0,05$ ). El rendimiento de grano de 3230 kg/ha, con 630 panojas/m<sup>2</sup> y 30 granos/panoja registrados por Peltonen-Sainio (1994), es superior a los obtenidos en este ensayo, lo que puede deberse a que en su trabajo no se realizaron cortes, así como a la mayor longitud del día durante la estación de crecimiento en Finlandia.

Quebracho demostró mejor comportamiento que CLE 178, superándola en todos los componentes de rendimiento ( $P > 0,05$ ), principalmente en el número de espigas/m<sup>2</sup> (58% más) siendo el componente de mayor incidencia en cebada. Además, presentó el mayor tamaño de grano, alcanzando los 30.43 g los 1000 granos ( $P > 0,05$ ), que fue 46% superior a CLE 178. Con Quebracho, Luizzi (com. pers.), midió una densidad de espigas similar (612 espigas/m<sup>2</sup>), pero un mayor tamaño de espigas (17 granos/espiga).

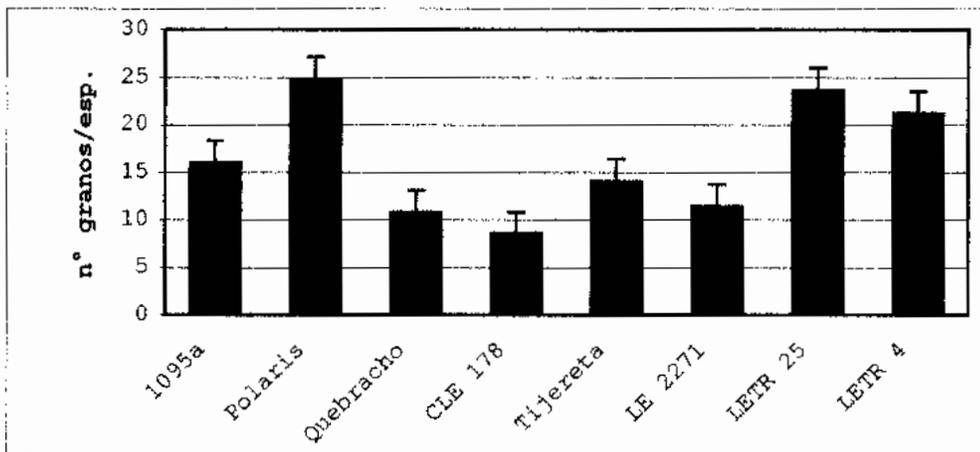
LETR 25 demostró ser superior en rendimiento de grano a LETR 4 ( $P > 0,05$ ), lo que se explica únicamente por el mayor tamaño de espigas ( $P > 0,05$ ), ya que no hay diferencias en peso de 1000 granos y la densidad de espigas fue mayor en LETR 4 ( $P > 0,05$ ). No se registraron datos en la bibliografía de componentes de rendimiento en esta especie, que permitan una comparación directa con los resultados del ensayo.

Figura N° 3. Densidad de espigas (espigas/m<sup>2</sup>). Anexos N° 3 y 5.



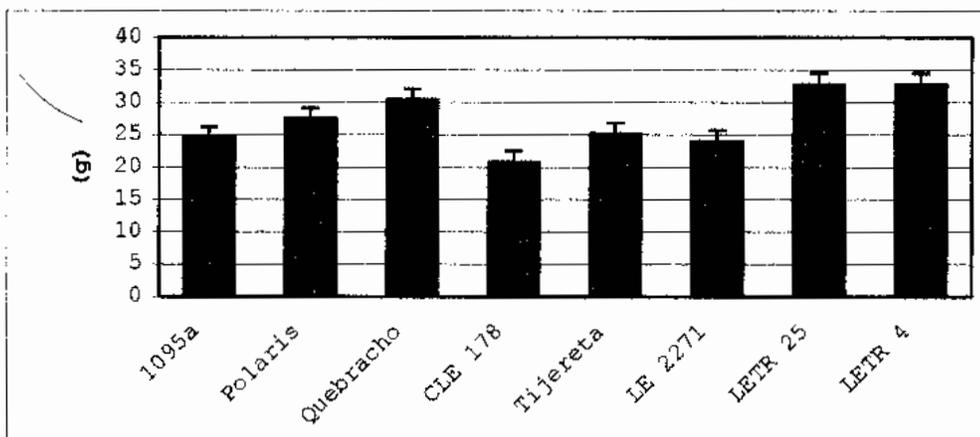
I mínima diferencia significativa (P=0,05)

Figura N° 4. Granos por espiga (n° granos/esp.). Anexos N° 3 y 5.



I mínima diferencia significativa (P=0,05)

Figura N° 5. Peso de 1000 granos (g). Anexos N° 3 y 5.

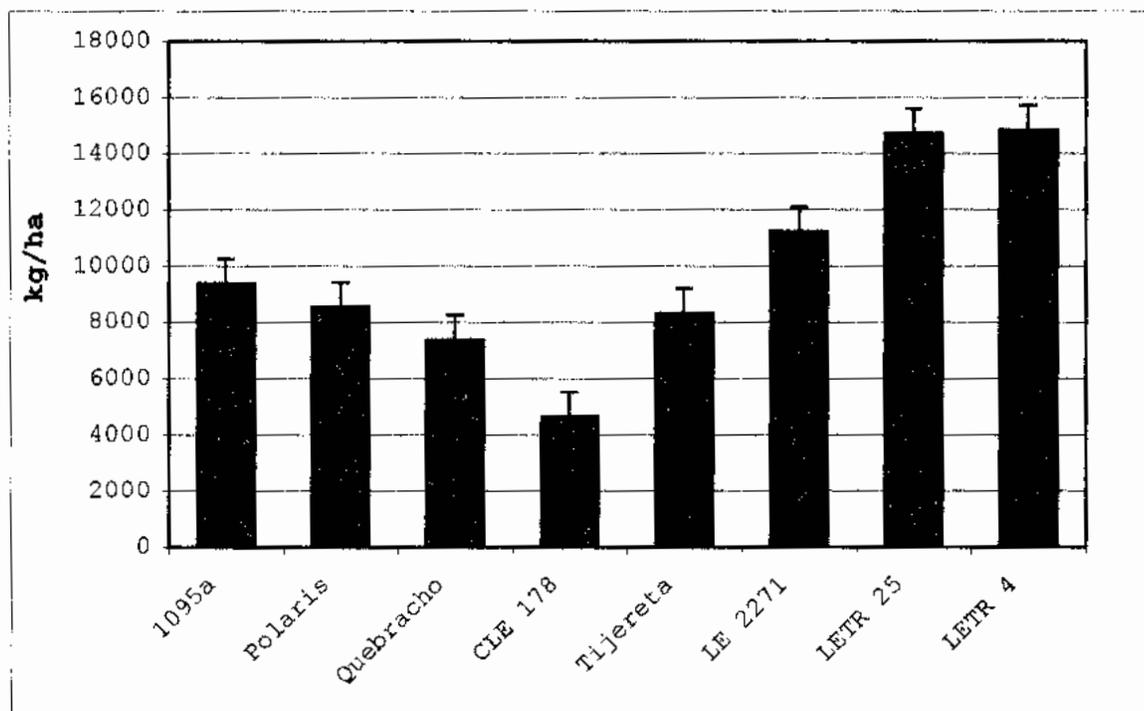


I mínima diferencia significativa (P=0,05)

#### 4.1.3. Rendimiento de biomasa

El manejo de corte frecuente generó un aumento en la acumulación de biomasa de 10% ( $P < 0,05$ , Anexo N° 4 y 5). Las diferencias entre especies fueron muy grandes, manteniéndose un ranking de especies y genotipos similar al observado en rendimiento de grano (Figura N° 6, Anexo N° 3 y 5).

Figura N° 6. Producción de biomasa (kg/ha). Anexos N° 3 y 5.



I mínima diferencia significativa ( $P=0,05$ )

Los mayores rendimientos de biomasa se lograron con ambos triticale, que promedialmente rindieron 32% más que el trigo LE 2271 ( $P > 0,05$ ). Estos genotipos coinciden con aquellos que presentaron mayor rendimiento de grano ( $P > 0,05$ ; Figura N° 2), dado que el resto de los genotipos obtuvieron rendimientos por debajo de la media. Tanto los genotipos de avena como los de triticale no se diferencian entre sí en rendimiento de biomasa. En contraposición, las diferencias entre los genotipos de trigo fueron de 2920 kg/ha de MS y para las cebada de 2740 kg/ha de MS, aunque en cebada los rendimientos de biomasa fueron promedialmente bajos. Con respecto a trigo, avena y triticale doble propósito, no se registraron trabajos en la bibliografía

que cuantifiquen biomasa. Si bien la información en cebada es muy escasa, Hoffman et al. (1993) en Uruguay y Riggs et al. (1981) en Inglaterra, obtuvieron para cebada rendimientos de biomasa de 10200 y 13500 kg/ha respectivamente. Estos registros son muy superiores a los valores obtenidos en este experimento (7381 y 4641 kg/ha de MS para Quebracho y CLE 178, respectivamente).

#### 4.1.3 Índice de cosecha

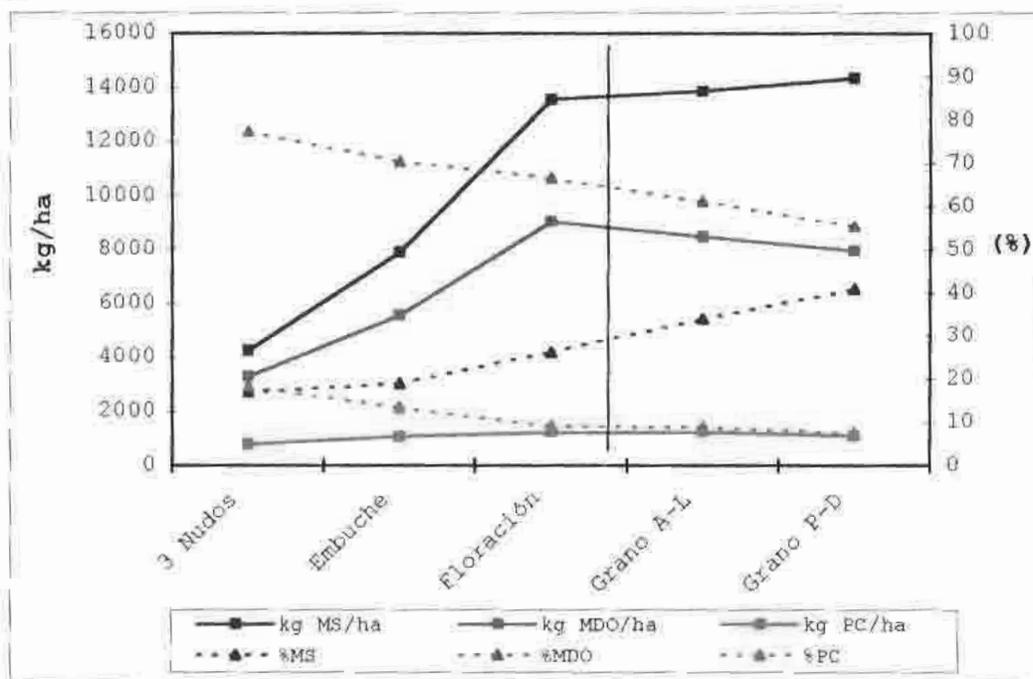
El IC obtenido en este ensayo se situó entre 22,2% para 1095a y 31,5% para Quebracho, sin embargo, el análisis estadístico no detectó diferencia significativa para este parámetro. Esto se debe, fundamentalmente, a la alta variabilidad de los rendimientos de CLE 178 (61% de coeficiente de variación), que determinaron un alto coeficiente de variabilidad en este índice.

Los valores calculados de IC para cebada fueron 31,5 y 26,6% para Quebracho y CLE 178, respectivamente. Estos valores son relativamente bajos con respecto a los estudios realizados por Hoffman et al. (1993) y Riggs et al. (1981), quienes obtuvieron valores de 41 y 42% para Uruguay e Inglaterra respectivamente (Figura N° 7). Los bajos valores obtenidos en este ensayo, seguramente, se deben al bajo rendimiento de grano y al pobre desarrollo del cultivo en primavera.

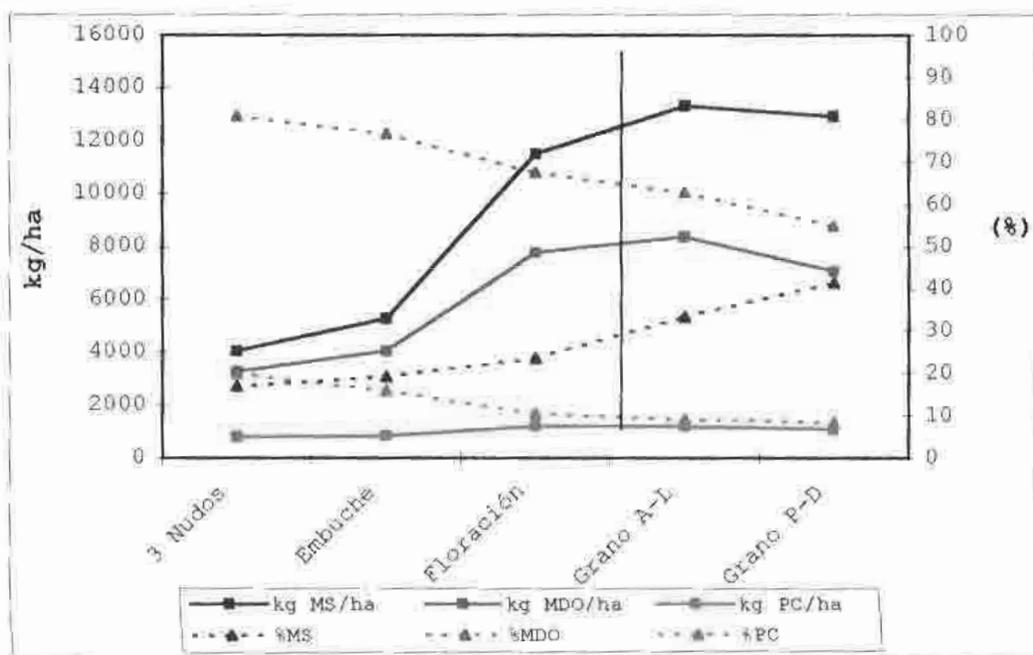
En cambio los triticales, a pesar de la gran producción de biomasa no presentan los índices más bajos, debido al buen rendimiento de grano obtenido. La información sobre índice de cosecha para trigo, triticale y avena doble propósito es muy escasa en la bibliografía, lo que no permite comparar los valores de IC obtenidos en este experimento, con valores tanto nacionales como internacionales.

Figura N° 11. Rendimiento y contenido de MS y nutrientes para los genotipos de avena, expresado en kg/ha y %. A) 1095a; B) Polaris. La línea vertical indica 30% MS (para ensilaje). Anexos N° 6-8, 13-21 y 25.

A)



B)



#### 4.2.4.3 Cebada

Los dos genotipos utilizados fueron severamente afectadas sanitariamente, por lo que se decidió interrumpir su evaluación en floración (Figuras N° 12A-B). Es importante resaltar la escasa representatividad de los resultados en esta especie, por los problemas mencionados, dado que la enfermedad presente se observa en niveles normalmente bajos o está ausente en cultivos comerciales.

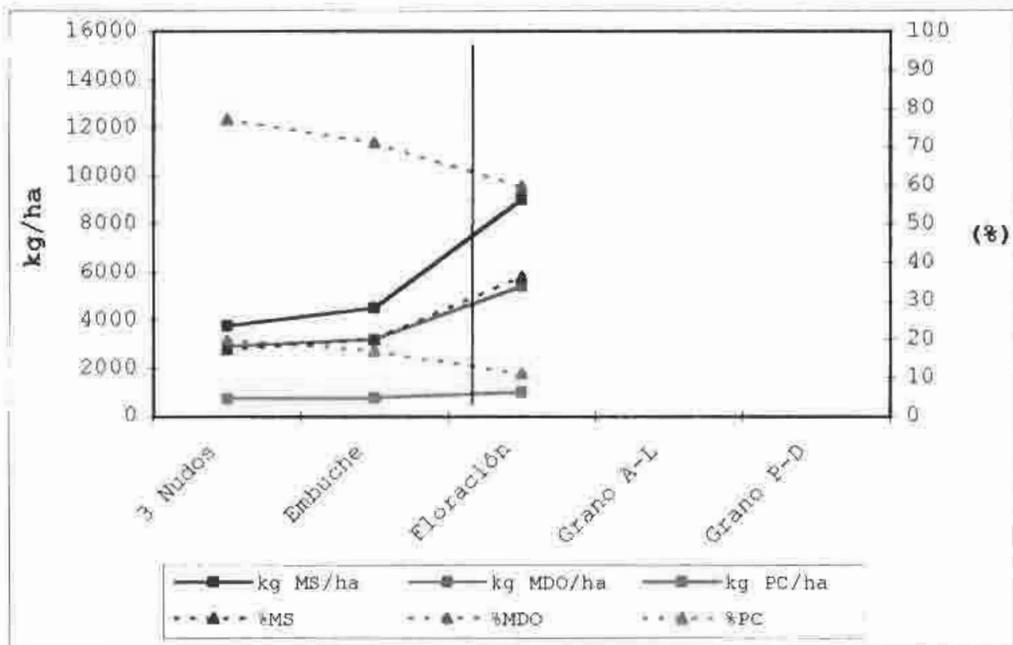
Las cebadas bajo estudio, en el estado de floración, presentaron un contenido de PC y DMO similar a los valores registrados por Droushiotis y Droushiotis (1984) y Martín et al. (1981), pero inferiores a los obtenidos por J. Mieres (com. pers.)

No se observaron diferencias entre ambos genotipos, salvo que Quebracho siempre fue más alto que CLE 178 y presentó una menor relación hoja/tallo en embuche ( $P > 0,05$ ; Anexos N° 9, 10 y 13-15). A pesar de que los rendimientos y contenidos de nutrientes no diferencian a estos genotipos entre sí, se registraron diferencias en el desarrollo y en rendimiento de grano a favor de Quebracho. Posiblemente, estas ventajas no se reflejaron en las mediciones de forraje, porque se suspendieron los muestreos en floración.

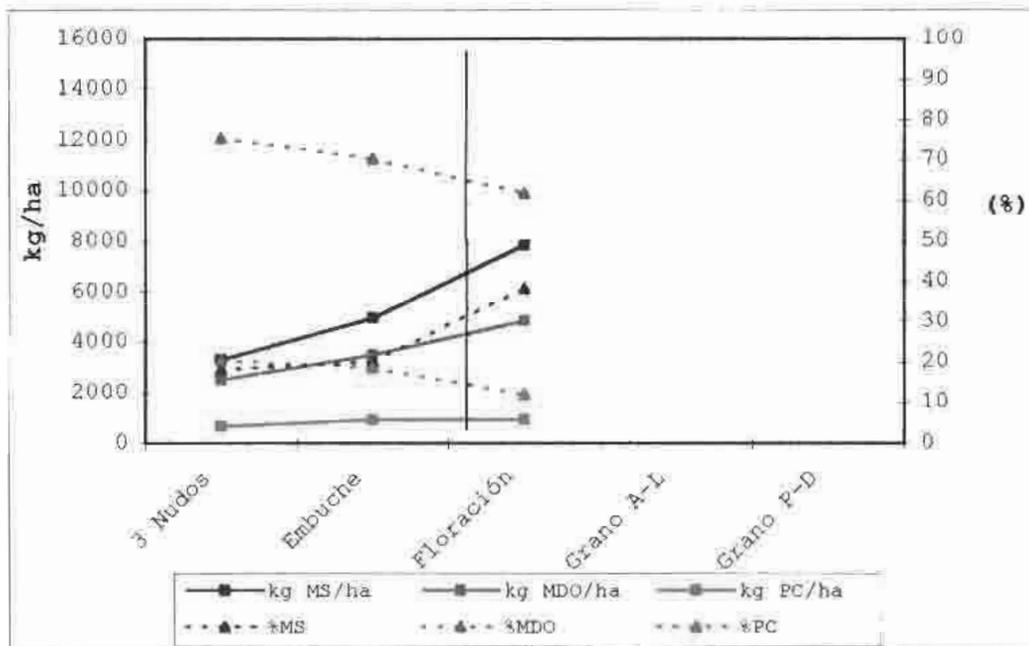
En el estado de embuche hay interacción con el manejo de corte, ya que CLE 178 rindió un 32% más de PC por hectárea con el manejo aliviado, no observándose diferencias en Quebracho ( $P > 0,05$ ; Anexos N° 12 y 14). Esta interacción estaría indicando una mayor sensibilidad de CLE 178 al manejo de defoliación en invierno.

Figura N° 12. Rendimiento y contenido de MS y nutrientes para los genotipos de cebada, expresado en kg/ha y %. A) Quebracho; B) CLE 178. La línea vertical indica 30% de MS (para ensilaje). Anexos N° 6-8, 13-21 y 25.

A)



B)



#### 4.2.4.4 Triticale

El comportamiento de los triticale, con respecto a la producción y calidad de forraje, es similar para ambos genotipos. La línea experimental LETR 4 presentó un mayor rendimiento de MOD y de PC al estado de embuche, mientras que LETR 25 fue superior en rendimiento de PC al estado de grano acuoso-lechoso ( $P > 0,05$ ; Anexos N° 7, 8, 14 y 16). Triticale muestra una superioridad muy marcada en algunos estados en la producción de nutrientes por hectárea, debido al gran rendimiento de MS (Anexos N° 6, 7 y 8), pese a que los contenidos de DMO y PC son similares o inferiores a las otras especies evaluadas (62,4 y 9,4%, respectivamente, al estado de floración; Anexos N° 20, 21 y 25). Se observa que la producción de forraje de LETR 25 presenta una rápida disminución del contenido de DMO desde 3 nudos hasta embuche, manteniéndose en torno al 60 % a partir de floración.

Cabe destacar que el triticale LETR 4 alcanzó un contenido de MS por debajo de lo esperado, con respecto a la bibliografía (Cuadro N° 1), para el estado de grano A-L, provocando un cambio en la tendencia de la curva de rendimiento de MS y por ende variaron las curvas de nutrientes, fundamentalmente el rendimiento de MOD.

El momento óptimo de corte para LETR 4 es próximo a floración, cuando alcanza el 30% de MS y se da el mejor balance entre rendimiento de forraje (17070 kg/ha de MS) y calidad (9.6% de PC y 64% de DMO). Si se desea obtener la mayor producción de forraje, se debería cortar en el estado de grano P-D (21450 kg/ha de MS), pero el contenido de PC y la DMO se ven muy disminuidos (5 y 52% respectivamente), lo cual determina una reserva de baja calidad (Figura N° 13B). El triticale LETR 25 llega también al momento óptimo de corte en floración (30% de MS), con una DMO de 60.7% y 9.2% de PC. El momento de corte de LETR 25 se puede retrasar hasta grano A-L, donde se obtiene buena producción de MS y MOD (17914 y 10938 kg/ha, respectivamente) con una leve disminución de PC alcanzando un valor de 8% (Figura N° 13A).

Las recomendaciones que surgen de este experimento no concuerdan totalmente con los datos recabados de distintos autores. Tanto los trabajos de Basolto S.A (PROVA, 1999)

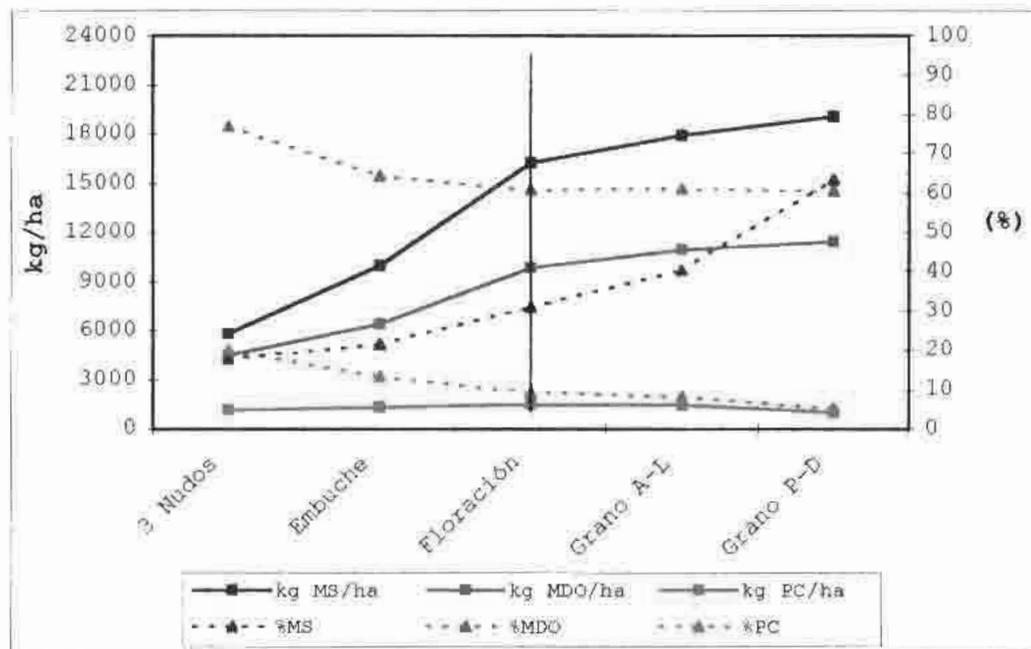
como los de Bishnoi et al. (1978), aconsejan, para la realización de reservas, atrasar la fecha de corte hasta grano pastoso. En cambio, los datos obtenidos en este experimento indican que fechas de corte posteriores a floración-grano A-L provocan una disminución muy notoria en el contenido de PC. Es importante resaltar que los % de PC obtenidos en el último estado de muestreo (grano P-D) son sensiblemente inferiores a los mencionados en la revisión bibliográfica (5% frente a un rango en la bibliografía de 7 a 11%, Cuadro N° 1); el menor contenido en este experimento podría atribuirse a una alta producción de MS, ya que los rendimientos por hectárea obtenidos fueron ampliamente superiores a los datos de la bibliografía en los estados analizados (Cuadro N° 2, Anexos N° 6-8 y 21).

A diferencia de los resultados obtenidos por Varughese et al. (1987), los rendimientos de proteína en triticale fueron superiores a los de avena sólo hasta floración. En el estado de grano acuoso-lechoso la avena iguala a LETR 4 y en grano pastoso-duro no existieron diferencias significativas entre ambas especies, debido a que el mayor rendimiento de MS de triticale no compensó la caída en contenido de PC.

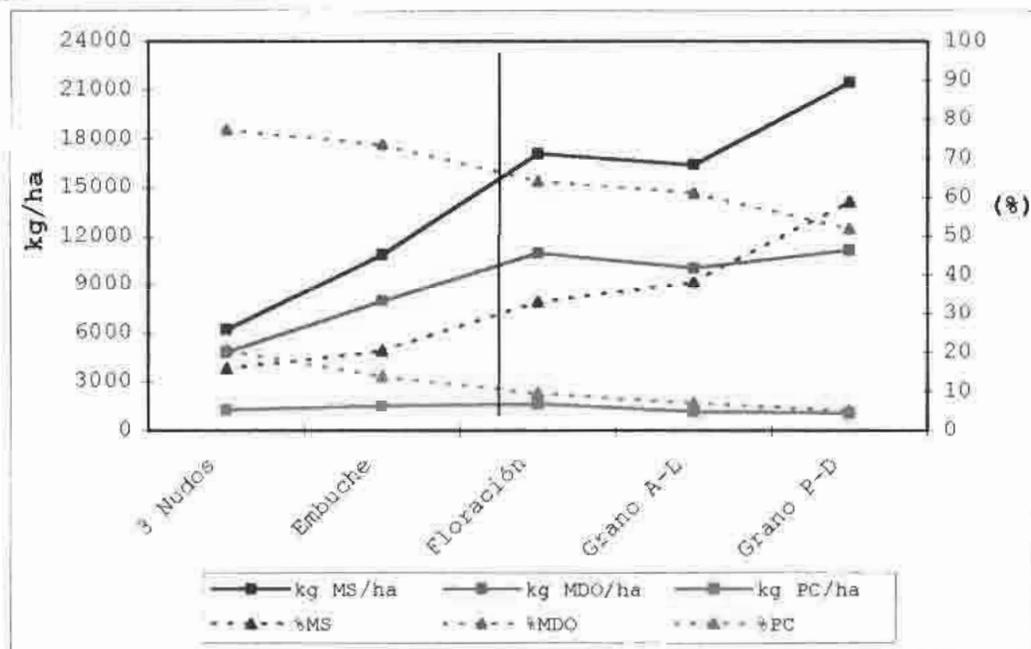
Se observó una interacción significativa con el manejo de defoliación en 3 nudos, donde LETR 4 rindió un 36% más de PC por hectárea, con el manejo de corte aliviado, no existiendo diferencias para LETR 25 ( $P > 0,05$ ; Anexos N° 12 y 13). Estas diferencias de comportamiento entre genotipos no se pudieron explicar en función del rendimiento de MS ni el contenido de PC.

Figura N° 13. Rendimiento y contenido de MS y nutrientes para los genotipos de triticale, expresado en kg/ha y %. A) LETR 25; B) LETR 4. La línea vertical indica 30% de MS (para ensilaje). Anexos N° 6-8, 13-21 y 25.

A)



B)



## 5. CONCLUSIONES

Con excepción de la cebada, los genotipos de cereales de invierno evaluados, presentaron un buen comportamiento doble propósito, debido a que, luego de los cortes de otoño-invierno, ofrecieron una aceptable producción de grano y un alto volumen de forraje, de buena calidad en primavera, para destinar a reservas.

El mayor rendimiento de grano fue para triticale LETR 25, seguido por LETR 4, explicado por un mejor tamaño de grano y por un buen tamaño de espiga. En cambio, el menor rendimiento fue para CLE 178, presentando una espiga muy chica, así como un bajo peso de grano. Se destacó el trigo LE 2271, por su alta densidad de espigas, aunque no logró un buen tamaño de grano y de espigas. El rendimiento de Tijereta fue inferior al esperado, con un comportamiento similar a la avena 1095a en cuanto a rendimiento de grano y componentes. Polaris presentó un buen tamaño de espigas, pero con una baja densidad, logrando, un mayor rendimiento que 1095a.

Las especies estudiadas sufrieron, al avanzar la madurez, una continua disminución en la calidad de forraje, principalmente, debido al descenso en el contenido de proteína y en digestibilidad y al incremento en fibra y materia seca. El manejo de cortes fue significativo sólo al estado de embuche, donde el manejo aliviado generó una menor producción de forraje, frente al manejo frecuente.

El triticale proporcionó el mayor rendimiento de forraje en primavera, con buena calidad, demostrando su mayor adaptación al manejo realizado, a la siembra temprana (abril) y a las condiciones de sequía durante la primavera. El momento de corte más adecuado para ensilaje (30% de materia seca), sería próximo a floración, permitiendo obtener la mayor cantidad de materia seca, combinada con una adecuada calidad. El comportamiento en cuanto a rendimiento y contenido de MS y nutrientes para ambas líneas experimentales de triticale fue muy similar.

La avena presentó una buena producción de forraje, destacándose por mantener muy buena calidad hasta estados

avanzados de madurez. El momento óptimo de corte sería entre floración y grano acuoso-lechoso. Existe una diferencia en la curva de crecimiento de ambas variedades de avena, ya que 1095a alcanza el estado de embuche una semana más tarde que Polaris, permitiéndole una mayor acumulación de forraje en dicho estado.

En cuanto a la producción de forraje de trigo, se observaron algunas diferencias entre la línea experimental y la variedad comercial utilizada, siendo Tijereta el que presentó el más bajo rendimiento de MS por hectárea, excepto en grano pastoso-duro, donde no hubo diferencias. También se observó que LE 2271 alcanzó el estado de embuche 10 días más tarde, logrando en dicho estado una acumulación de forraje muy alta, similar al triticale LETR 4 y superior al resto de los genotipos. El momento óptimo de corte para el trigo sería entre embuche y floración.

La cebada presentó bajo rendimiento de forraje en primavera, lo que indica una escasa adaptación al manejo de cortes invernales y a la siembra temprana, acentuados por la susceptibilidad de ambos genotipos a las enfermedades preponderantes en el ensayo.

El efecto del manejo de corte fue muy escaso, observándose un aumento del rendimiento de grano y de la producción de forraje en determinados estados con el manejo frecuente, probablemente por un estímulo en la tasa de macollaje.

## 6. RESUMEN

El patrón anual de disponibilidad de forraje en Uruguay, implica contar con reservas para cubrir la demanda de nutrientes del ganado en los períodos críticos del año y utilizar más eficientemente el forraje. Es muy importante determinar el potencial de rendimiento doble propósito de los cereales de invierno, así como definir el momento óptimo de corte para obtener una reserva con la mayor cantidad y calidad posible, para realizar la presupuestación forrajera con mayor precisión.

El objetivo de este trabajo fue determinar el rendimiento y la calidad del forraje durante la primavera en cereales de invierno y evaluar el rendimiento de grano y sus componentes, con dos intensidades de corte.

El ensayo se llevó a cabo en el INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay, desde setiembre a diciembre de 1999. Se evaluaron dos genotipos de trigo (INIA Tijereta y LE 2271), avena (Estanzuela 1095a e INIA Polaris), cebada (Estanzuela Quebracho y CLE 178) y triticale (LETR 4 y LETR 25), bajo dos frecuencias de corte en otoño-invierno (3 y 4 cortes). En primavera, el rendimiento y calidad de forraje se evaluó en cinco estados de desarrollo fisiológico: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro, mientras que el rendimiento de grano y sus componentes se determinó en madurez fisiológica.

Se observó un importante aumento del rendimiento de forraje desde 3 nudos hasta floración, con una continua disminución de la calidad al avanzar la madurez. El triticale presentó la mayor producción de forraje, alcanzando en floración un rendimiento de 16239 y 17070 kg/ha de MS, para LETR 25 y LETR 4, respectivamente, siendo el momento óptimo de corte para ensilaje próximo a floración. En cambio la cebada presentó una muy baja adaptación al manejo doble propósito. En avena, el momento óptimo de corte puede retrasarse hasta grano acuoso-lechoso sin perder calidad, obteniéndose desde el estado de floración una buena producción de forraje de muy buena calidad (12531 kg/ha de MS y 1216 kg/ha de PC, promedio de ambas variedades). En trigo, se observaron las mayores

diferencias entre las variedades, ya que LE 2271 alcanzó en floración un rendimiento de 13567 kg/ha de MS, mientras que Tijereta obtuvo 9735 kg/ha de MS en el mismo estado. El momento óptimo de corte fue entre embuche y floración. Con excepción de la cebada los cultivos de este experimento presentaron un desarrollo primaveral muy bueno. La avena se mantuvo más verde, y por lo tanto, con un menor contenido de MS en los sucesivos muestreos.

El triticale también se destacó en la producción de grano, con 4330 y 3885 kg/ha para LETR 25 y LETR 4, respectivamente; estos altos rendimientos se explicaron por un mayor tamaño de espiga y mayor peso de semilla. En trigo, el bajo rendimiento (1957 kg/ha para INIA Tijereta y 2620 kg/ha para LE 2271) se debió al menor tamaño de espiga. En avena, se obtuvo una buena producción de grano (2091 y 2446 kg/ha para Estanzuela 1095a e INIA Polaris, respectivamente). Los genotipos de cebada presentaron muy bajos rendimientos de grano (2322 y 1221 kg/ha para Estanzuela Quebracho y CLE 178, respectivamente), indicando una escasa adaptación a la siembra temprana, al manejo de cortes y una mayor incidencia de enfermedades.

## 6. SUMMARY

The annual pattern of forage availability in Uruguay indicates the need of herbage storage to cover the cattle feeding requirements in the critical periods of the year and to utilize the forage in the most efficient way. In order to do the forage calculation with precision, it is very important to determine the potential yield of double purpose winter cereals, as well as to define the optimum period for harvesting in order to obtain the highest combination of forage quantity and quality.

The aim of this research had been to measure the yield and quality of forage during spring for winter cereals and to evaluate the grain yield and components under two cutting frequencies.

The experiment was conducted at INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay, from September to December 1999. Two genotypes of wheat (INIA Tijereta y LE 2271), oats (Estanzuela 1095a e INIA Polaris), barley (Estanzuela Quebracho y CLE 178) and triticale (LETR 4 y LETR 25) were evaluated under two cutting frequencies in fall-winter (3 and 4 cuts). Yield and quality of forage was evaluated in Spring at five physiological stages: third node, boot, flowering, water-milk grain and dough-hard grain, while grain yield and its components were measured at physiological maturity.

Forage yields increased markedly through flowering stage with a continuous quality decrease with advancing maturity. Triticale had the highest forage yield, coming up to 16239 and 17070 kg/ha of DM, for LETR 25 and LETR 4, respectively, at flowering, and the optimum time for silage harvesting was close to flowering. In contrast, barley performance indicated a very poor adaptation to the double purpose management. For oats, the optimum moment of harvesting could be delayed up to water-milk grain stage without losing quality, obtaining from the flowering stage onwards a good forage production of very good quality (12531 kg/ha of DM and 1216 kg/ha of CP, average for both varieties). The largest differences between varieties were recorded for wheat, considering that LE 2271 came up to

13567 kg/ha of DM at flowering, while Tijereta yielded 9735 kg/ha of DM at the same stage. The optimum time for harvesting was between boot and flowering stage. All cereals, except barley, presented a very good spring development. Oats keep green material for a long time, maintaining lower moisture content in the following harvests.

Triticale grain yields were also outstanding, with 4330 and 3885 kg/ha for LETR 25 and LETR 4, respectively; these high yields were due to the largest spike size and seed weight. In wheat, the low yield (1957 kg/ha for INIA Tijereta and 2620 kg/ha for LE 2271) was due to the small spike size. There was a good grain production for oats (2091 and 2446 kg/ha for Estanzuela 1095a e INIA Polaris, respectively). Barley genotypes had very low grain yields (2322 and 1221 kg/ha for Estanzuela Quebracho and CLE 178, respectively), suggesting poor adaptation to the early sowing date, the cutting regime and a higher incidence of diseases.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. AHUNCHAÍN, M.; RESTAINO, E.; CIBILS, R.; RISSO, D.F.; ZARZA, A. 1991. Verdeos de invierno: Variedades doble propósito. In Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Intensiva. E. Restaino; E. Indarte eds. INIA, Montevideo, Uruguay. Serie Técnica N° 15: 67-74.
2. AMIGONE, M.; KLOSTER, A.; CAGNOLO, O.; DOMÍNGUEZ, M.; RESCH, G. 1991a. Evaluación de cereales forrajeros de invierno bajo condiciones de pastoreo. Hoja Informativa N° 13, Proyecto AMCPAG-INTA.
3. AMIGONE, M.; KLOSTER, A.; CAGNOLO, O.; DOMÍNGUEZ, M. RESCH, G. 1991b. Evaluación de cereales forrajeros de invierno bajo condiciones de pastoreo. Hoja Informativa N° 21, Proyecto AMCPAG-INTA.
4. A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 14<sup>th</sup> De. Published by the Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C. p. 1102.
5. BALDRIDGE, D. E.; BRANN, D. E.; FERGUSON, A. H., HENRY, J. L.; THOMPSON, R. K. 1985. Cultural Practices. In Barley. D. C. Rasmusson ed. Madison, Wisconsin, USA. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. pp. 457- 482.
6. BEMHAJA, M. 1996. INIA Caracé Triticale. INIA Tacuarembó, Uruguay. INIA. Serie Técnica N° 77:10p.
7. BERGER, M. E.; LEON, R. J. 1981. Evolución de componentes químicos mayores en cereales forrajeros con en el avance a madurez. INTA Rafaela, Argentina. Informe Técnico N° 6: 14 p.
8. BISHNOI U. R.; CHITAPONG P.; HUGHES J.; NISHIMUTA J. 1978. Quantity and quality of triticale and other small grain silages. Agronomy Journal 70: 439-441.

9. BRIGNALL, B. D.; WARD, M. R.; WHITTINGTON, W. J. 1988. Yield and quality of triticale cultivars at progressive stages of maturity. *Journal of Agricultural Science* 111: 75-84.
10. BURGESS, P. L.; GRANT, E. A.; NICHOLSON, J. W. G. 1972. Feeding value of "forage" oats. *Canadian Journal of Animal Science* 52(2): 448-450.
11. CAFFAREL, J. C. 1999. Programa Nacional de evaluación de cultivares. Cultivos de invierno. In Jornada de cultivos de invierno. Serie Actividades de Difusión N°188. INIA La Estanzuela, Uruguay. pp. 1-20.
12. CAFFAREL, J. C. 2000. Jornada de cultivos de invierno. INIA La Estanzuela, Uruguay. Serie Actividades de Difusión N° 219: pp.45-61.
13. CAFFAREL, J. C.; BEMHAJA, M.; STEWART, S. 2000a. Resultados experimentales de evaluación de cultivares. Triticale doble propósito. In Resultados experimentales de evaluación de triticale doble propósito para el Registro Nacional de Cultivares. Período 1999. INASE-INIA La Estanzuela, Uruguay. pp. 2-6.
14. CAFFAREL, J. C.; DÍAZ, M; GERMÁN, S. 2000b. Resultados Experimentales de Evaluación de Cultivares. Trigo ciclo largo. In Resultados experimentales de evaluación de trigo ciclo largo para el registro nacional de cultivares. Período 1999. INASE-INIA La Estanzuela, Uruguay. pp. 2-16.
15. CAFFAREL, J. C.; GERMÁN, S; DÍAZ, M. 2000c. Resultados experimentales de evaluación de cultivares. Trigo doble propósito. Período 1999. Programa nacional de evaluación de cultivares.
16. —————. 2001. Resultados experimentales de evaluación de cultivares. Trigo doble propósito. Período 2000. Programa nacional de evaluación de cultivares. pp. 4.

17. CAFFAREL, J. C.; DÍAZ, M. 2001. Resultados experimentales de evaluación de cultivares. Triticale doble propósito. Período 2000. In Resultados experimentales de evaluación de triticale doble propósito para el registro nacional de cultivares. pp. 4.
18. CARÁMBULA, M. 1967. Producción y manejo de pasturas sembradas. Verdeos de invierno. 1ª edición. Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 217-242.
19. CARNIDE, V. P.; GUEDES-PINTO, H.; FERREIRA, A. M.; SEQUEIRA, C. A. 1991. Avaliação do potencial forrageiro do triticale em comparação com outros cereais. I. Corte ao emborrachamento. Comunicação apresentada na XII Reunião de Primavera da SPPF. Monte Gordo, Brasil. *In* Pastagens e forragens. Revista da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens 12: 49-58.
20. CARNIE, A.; VARGAS LÓPEZ J. 1979. Comportamiento del centeno y del triticale como verdeos de invierno. E.E.R.A Anguil. Informativo de Tecnología Agropecuaria N° 74: 5p.
21. CERETTA, S.; CASTRO, M.; CONDÓN, F.; SASTRE, M.; BEMHAJA, M. 1998a. Ensayo doble propósito. Trigo. In Ensayo doble propósito La Estanzuela - La Magnolia. pp. 1-6.
22. —————. 1998b. Ensayo doble propósito. Triticale. In Ensayo doble propósito La Estanzuela - La Magnolia. pp. 7-13.

23. CERETTA, S.; LABANDERA, M.; VILARÓ, D.; CASTRO, M.; CAFFAREL, J. C.; SASTRE, M. IBÁÑEZ, V.; STEWART, S.; RÍOS, A.; BENEDETTO, L.; CASTRO, B. 1999. Avena doble propósito. In Resultados experimentales de evaluación de cultivares. Especies forrajeras. Parte I. Avena doble propósito, raigrás anual y leguminosas anuales. Programa Nacional de Evaluación de Cultivares. INIA La Estanzuela, Uruguay. pp 3-9.
24. CHERNEY, J. H.; MARTEN, G. C. 1982a. Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality and yield. *Crop Science* 22(2): 227-231.
25. —————. 1982b. Small grain crop forage potential: II. Interrelationships among biological, chemical, morphological, and anatomical determinants of quality. *Crop Science* 22(2): 240-245.
26. CHERNEY, J. H.; MARTEN, G. C.; GOODRICH, R. D. 1983. Rate and extent of cell wall digestion of total forage and morphological components of oats and barley. *Crop Science* 23(2): 213-216.
27. CIBILS, R. 1989. Trigo de pastoreo. In Revista Plan Agropecuario. Año XVII, N° 47.
28. CIBILS, R.; MARTINO, D.; ABADIE, T. 1987. Manejo del pastoreo en trigo. Comunicación CREA N° 138. Boletín Mensual de FUCREA.
29. CIBILS, R.; GANZABAL, A.; RISSO, D.; ABADIE, T. 1984. Descripción de variedades y manejo de trigo doble propósito. In Jornada de Cultivos de Invierno. Centro de Investigaciones "Alberto Boerger" . Estación Experimental La Estanzuela. 6p.

30. CORRALL, A. J.; HEARD, A. J.; FENLON, J. S.; TERRY, C. P.; LEWIS, G. C. 1977. Whole Crop Forage. Relationship between stage of growth, yield and forage quality in small grain-cereals and maize. The Grassland Research Institute. Hurley, Maidenhead, Berkshire. GRI Technical Report N° 22: 35p.
31. CORS, F.; LETERME, P.; FALISSE, A.; THEWIS, A. 1990. Yield and profit of Triticale, Wheat and Barley cultivars sown under similar conditions. In Proceedings of The Second International Triticale Symposium. R. Jessop et al. ed. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil, Berthier. pp. 619-624.
32. CREA. 1980. Consorcio Regional de Experimentación Agrícola. Actualidad y síntesis. Trigo doble propósito. Argentina. Revista de los CREA N° 81: 69p.
33. CUTLER, G. H.; PAVEZ, D. S.; MULVEY, R. R. 1949. The effects of clipping to simulate pasturing winter wheat on the growth, yield, and quality of the crop. *Agronomy Journal* 41: 169-173.
34. DELGADO, I.; VALDERRABANO, J.; GOMEZ G. 1984. Interés forrajero de los cereales de invierno. Efecto del despunte sobre la producción de grano. In Anales del INIA. Neografis, S. L., Santiago Estévez. Madrid, España. Serie Agrícola N° 25: 115-128.
35. DELL DUCA, L. J. A. 1993. Criacao de cultivares de trigo adaptadas ao plantio antecipado e duplo propósito. In Encarte Técnico da Revista, batavo N° 31: 13-17.
36. DROUSHIOTIS, D. N.; WILMAN, D. 1987. Effects of harvesting program and sowing date on the forage yield, digestibility, nitrogen concentration, tillers and crop fractions of barley in Cyprus. *The Journal of Agricultural Science* 109(Pt 1): 95-106.

37. DROUSHIOTIS, B.; DROUSHIOTIS, D. N. 1984. The effects of variety and harvesting stage on forage production of barley in a low-rainfall environment. *The Journal of Agricultural Science* 102(2): 289-293.
38. DUNPHY, D. J.; HOLT, E. C.; Mc DANIEL, M. E. 1982. Effect of forage utilization on wheat grain yield. *Crop Science* 22: 106-109.
39. ERNST, O.; HOFFMAN, E.; MAILHOS, M.; URRUTY, F. 1992. Análisis comparativo de crecimiento en trigo y cebada y su efecto sobre la determinación del rendimiento. In II<sup>a</sup> Reunión Nacional de Investigadores de cebada cervecera. Colonia, Uruguay. pp. 138-143.
40. FISCHER, G. J.; BROTOS, C.; BONJOUR, A.; GHEORGHIANOV, V. 1937. Los ensayos de avena para forraje verde realizados en el año 1934. In Archivo Fitotécnico del Uruguay. Boerger A. ed. Imprenta Nacional, Montevideo, Uruguay. Vol II: pp. 438-529.
41. FISHER, L. J.; FOWLER, D.B. 1975. Predicted forage value of whole plant cereals. *Canadian Journal of Plant Science* 55(4): 975-986.
42. FLOSS, E. L.; HAUBERT, S. 1999. Resultados do ensaio brasileiro de cultivares recomendados de aveia em Vacaria, 1998. In XIX Reuniao de Comissao Basilensis de Pesquisa de Aveia, Porto Alegre, Brasil. pp. 284-287.
43. FORUM ARGENTINO DE FORRAJES. 1997. El empleo de verdeos invernales en la confección de silos. In Verdeos de invierno. Bs. As., Argentina, Forum Argentino de Forrajes. Serie de Actualización Técnica en Producción Ganadera 1(3): 71-74.

44. GARCÍA DEL MORAL, L. F.; BOUJENNA, A.; YÁNEZ, J. A.; RAMOS, J. M.; MARINETTO, J. 1994. Aprovechamiento mixto de forraje y grano del triticale en la Provincia de Granada. II. Componentes de la cosecha. *Investigación Agropecuaria: Producción y Protección vegetal* 9(3): 401-410.
45. GARCÍA SA, J. P. 1995a. Avaliação de forrageiras de inverno em Londrina 1990 a 1992. Informe da Pesquisa. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Brasil N° 117: 11p.
46. ————. 1995b. Utilização da aveia na alimentação animal. Circular- Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Brasil N° 87: 19p.
47. GARDNER, F. P.; WIGGANS, S. C. 1961. Yield, moisture, and protein composition of spring oats cut for silage at different stages of maturity. *Agronomy Journal* 53: 251-254.
48. GEORING, H. K.; VAN SOEST, P. J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *USDA Agricultural Handbook*, n° 379.
49. GERMÁN, S.; GARCÍA, J.; VERGES, R. 1983. Producción de forraje y grano en trigo. In *Cultivos de Invierno*. Colonia, CIAAB. Pp. 8.
50. GERVAIS, P. 1984. Influence des cultivars et des stades de croissance sur le rendement en matière sèche et la composition chimique de fourrages d'avoine immature. *Canadian Journal of Plant Science* 64(4): 935-943.
51. HAFLEY J.; NIPPER, W. A.; CRAIG, W. M.; ADKINSON, R.W.; ACHACOSO, A. S. 1987. Effect of growth stage and fertilization on crude protein and in vitro degradation of cool season annual forages. *Journal of Dairy Science* 70(12): 2550-2559

52. HAILE A. 1984. Short note. Effect of stage of maturity of forage oats on crude protein content and dry matter yield. *The Journal of Agricultural Science* 102(Pt 1): 251-252.
53. HARRIS, L.E. 1970. Compilación de datos analíticos y biológicos en la preparación de cuadros de composición de alimentos para uso en los Trópicos de América Latina. Procedimiento para la descripción y análisis de las muestras y el registro de los datos en el formato de composición de alimentos. Centro para la Agricultura Tropical, Departamento de Ciencias Animales, Universidad de Florida, Gainesville, Florida.
54. HART R. H.; BURTON G. W.; MOREY D. D. 1964. Small Grain Varieties for Winter Forage in the Coastal Plain. S. Burgess ed. Georgia Agricultural Experiment Station. University of Georgia College of Agriculture. Athens, Georgia. Bulletin N.S. 121. 18pp.
55. HERNÁNDEZ, O. A. 1969. Efecto de la época y la intensidad del pastoreo sobre el rendimiento en grano de trigo de doble propósito. *Revista de investigaciones agropecuarias. Serie N° 2. Biología y Producción Vegetal.* C.E. Badell ed. Coni s.a.c.i.f.i., Bs. As. INTA, Bs. As., Argentina. Vol VI, N° 9: 155-165.
56. HOFFMAN, E.; ERNST, O.; CASTRO, A. 1993. Rendimiento de grano y sus componentes. I. Bases fisiológicas y evolución histórica a nivel mundial. In IVa Reunión Nacional de Investigadores de cebada. Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera. INIA, Fac. De Agronomía, Laboratorio Tecnológico del Uruguay. Salus, CYMPAY, Maltería Oriental, Maltería Uruguay. Talleres gráficos Baccaro, Paysandú, Uruguay. pp. 52-59.

57. HUBBARD, V. C.; HARPER, H. J. 1949. Effect of clipping small grains on composition and yield of forage and grain. *Agronomy Journal* 41: 85-92.
58. HUHNS, M. R. 2000. Response of small grain varieties to simulated differential grazing intensities. Degree of Bachelor of science. Minnesota EE.UU., University of Minnesota.
59. KENNELLY J.; KHORASANI R. 1998. Cereal Silages. Dairy Management. Fact Sheets. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science. University of Alberta, Edmonton. <http://www.afins.ualberta.ca/deag/deag1c2.htm>
60. KILCHER, M. R.; TROELSEN, J. E. 1973. Contribution and nutritive value of the major plant components of oats through progressive stages of development. *Canadian Journal of Plant Science* 53(2): 251-256.
61. LABANDERA, M.; STEWART, S. 1999. Comportamiento de cultivares de avena y raigrás anual en Uruguay, actualización para el año 2000. *In* Resultados experimentales de evaluación de especies forrajeras anuales para el Registro Nacional de Cultivares. Período 1999. INASE-INIA, Uruguay. pp. 3-13.
62. LIZÁRRAGA, G.; PEÑÚÑURI, F.; AGUAYO, A. A.; GARZA, T. R. 1980. Comparación de forraje de Ballico Italiano (*Lolium multiflorum* Lam) y Cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.) solos y asociados. *In* Técnica Pecuaria en México. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Martínez Peña, R; Villegas, C. eds. N° 39: 17-24.
63. LÓPEZ, J.R.; GARBINI, S.E. 1986. Situación actual y perspectivas del cultivo de triticale en la Argentina. *In* Diálogo XII. Investigación en avena, cebada y triticale en el Cono Sur. C. J. Molestina ed. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur. PROCISUR. pp. 137-147.

64. MARTÍN, C. A.; FRESNILLO, M. O.; SÁENZ, E. P. 1981. Rendimiento y Digestibilidad de Avena (*Avena Sativa* L.), Cebada (*Hordeum Vulgare* L), Centeno (*Secale Cereale* L.), Trigo (*Triticum Aestivum* L.) y Triticale ( Triticale hexaploide). In XVII Informe de investigación 1979-1980. R. González ed. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, México. pp. 208-209.
65. MARTINO, D.; GARCÍA, A. 1984. Manejo de trigo para siembras tempranas. In Cultivos de Invierno. MGAP. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". E.E.A. La Estanzuela. pp. 1-4.
66. Mc. DUGALL, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva. Composition and aipit of sheep's saliva. *Biochemistry Journal* 43: 99-109.
67. MINSON, D. J.; Mc. LEOD. 1972. The "in vitro" technique: its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pasture samples. Technical Paper 8 Division Tropical Pastures C.S.I.R.O., Australia.
68. MOCKEL, F. E.; PELIZZARI, E. J.; CATAMUTTO, M. A. 1985. Efecto del pastoreo del trigo sobre el rendimiento y la calidad industrial del grano. In Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Orientación Gráfica Editora S.R.L., Bs. As., Argentina. 6(1-2): 93-102.
69. MOREY, D. D.; WALKER, M. E.; MARCHANT, W. H.; LOWREY, R. S. 1969. Small Grain Forage Production and Quality as Influenced by Rates of Nitrogen. S Burgess ed. University of Georgia. College of Agriculture Experiment Stations. Athens, Georgia. Research Bulletin N° 70. 19 pp.

70. PAGLIARICCI, H.; GONZALEZ, S.; OHANIAN, A.; PEREYRA, T. 1998. Comportamiento y caracterización productiva de especies y variedades de verdeos de invierno en Río Cuarto. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez-Facultad de Agronomía y Veterinaria. Editado en el Departamento de Imprenta y Publicaciones de la Universidad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Información para extensión N° 48: 14p.
71. PASTORINI, M.; HOFFMAN, E.; ERNST, O. 1998. Multiplicación de cebada CLE 176. INIA - Facultad de Agronomía - zafra 97/98. In Revista Cangüé, Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, Paysandú, Uruguay. N° 13: 4-6.
72. PELTONEN-SAINIO, P. 1994. Yield component differences between naked and conventional oat. *Agronomy Journal* 86: 510-513.
73. FIGURINA, G. 1992. Usos alternativos de grano y forraje de cebada cervecera en la alimentación de rumiantes. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. (IIIa, 1992, Minas) Unidad de difusión INIA La Estanzuela. pp. 90-98.
74. FIGURINA, G.; METHOL, M. 1994. Tabla de Contenido Nutricional de Pasturas y Forrajes del Uruguay. In Guía para la alimentación de rumiantes. 2ed. INIA Montevideo, Uruguay. Serie Técnica N° 44, INIA La Estanzuela. 33p.
75. POYSA, V. W. 1985. Effect of forage harvest on grain yield and agronomic performance of winter triticale, wheat and rye. *Canadian Journal of plant Science* 65(4): 879-888.
76. PROGRAMA DE VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS AGROPECUARIAS. 1999. Triticale como alternativa forrajera. Serie Agrícola Ganadera: 12p.

77. REBUFFO, M. 1998. *Avena sativa* INIA *Polaris*. In Jornada lechería y pasturas. INIA La Estanzuela, Uruguay. Serie Actividades de Difusión n° 163: 95-102.
78. RIGGS, T.; HANSON, P. R.; START, N.; MILES, D.; MORGAN, C.; FORD, M. 1981. Comparision of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980. *Journal of Agricultural Science* 97: 599-610.
79. ROMANO, A. M. 1987. Triticale forrageiro e o seu potencial produtivo nas condicoes alentejanas. In Pastagens e forragens. Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens. Sociedade Tipográfica, S.A, Lisboa. N° 8(2): 11-19.
80. ROYO, C.; MONTESINOS, E.; MOLINA-CANO, J. L.; SERRA, J. 1993. Triticale and other small grain cereals for forage and grain in Mediterranean conditions. *Grass and Forage Science* 48: 11-17.
81. SCHLEHUBER, A. M.; TUCKER, B. B. 1967. Culture of wheat. Wheat as a forage crop. In Wheat and wheat improvement. K. S. Quisenberry y L.P. Reitz ed. 2nd Edition. Madison, Wisconsin, USA, American Society of Agronomy. pp 117-179.
82. SCHMIDT, D. R. 1962. Dry matter and nitrogen content of oats harvested at various stages. *Agronomy Journal* 54: 8-11.
83. SHANDS, H. L.; CHAPMAN, W. H. 1961. Culture and Production of oats in North America. In Oats and oat improvement. 1a edición. F.A. Coffman ed. Madison, Wisconsin, USA. American Society of Agronomy. pp: 465-529.
84. SMITH, D. 1960. Yield and composition of oats for forage with advance in maturity. *Agronomy Journal* 52: 637-639.

85. TECATOR Application Note. 1987. Determination of Kjeldahl Nitrogen Content with the Kjelttec Auto 1030 Analyzer. In Tecator Manual Kjelttec Auto 1030 Analyzer.
86. TILLEY, J.M.A.; TERRY, R. A. 1963. A two stage technique for the " in vitro" digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18: 104-111.
87. TINGLE, J. N.; DAWLEY, W. K. 1974. Yield and nutritive value of whole-plant cereals at a silage stage. Canadian Journal of Plant Science 54(4): 621-624.
88. TOLL, J. R.; JÚAREZ, P.V. 1991. Curva de crecimiento y manejo alternativo de avena ( Avena Sativa ) cv. Gigante Tranqueña. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. J.L. Foguet ed. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres", Tucumán, Argentina. 68(1-2): 199-209.
89. TOMASO, J. C. 1978. Ensayos Regionales. Informe Técnico N° 21, EEA Bordenave, INTA.
90. \_\_\_\_\_. 1985. Ensayos Regionales. Informe Técnico N° 45, EEA Bordenave, INTA.
91. \_\_\_\_\_. 1986. Ensayos Regionales. Informe Técnico N° 46, EEA Bordenave, INTA.
92. \_\_\_\_\_. 1987. Millauquen INTA - Nueva variedad de avena. In Boletín Informativo n° 88. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. INTA.
93. TRINDADE, H.; MOREIRA, N. 1987. Importancia da data de corte da aveia, do triticaie e das suas consociacoes com ervilhaca para forragem. Análise da evolucao dos caules, folhas e orgaos reprodutores. In Pastagens e forragens. Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens. Sociedade Tipográfica, S.A, Lisboa. N° 8(1): 85-98.

94. VAN SOEST, P. J. 1963. Use of detergents in the análisis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and ligning. Journal Association Official Analytical Chemists 46(5): 829.
95. VARUGHESE, G.; BARKER, T.; SAARI, E. 1987. Triticale. CIMMYT, México, D.F. 32 pp.
96. WRIGHT, R. L.; AGYARE, J. A.; JESSOP, R.S. 1990. Selection Factors for Australian Grazing/Dual Purpose Triticales . In Proceedings of The Second International Triticale Symposium. R. Jessop et al. eds. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil, Berthier. pp 438-441.
97. YUANSHU, S.; CHONGYI, W. 1990. Triticale as a New Silage for Dairy Cattle. In Proceedings of The Second International Triticale Symposium. R. Jessop et al. eds. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil, Berthier. pp 514-515.
98. ZANONIANI, R. A.; DUCAMP, F. 2000. Consideraciones a tener en cuenta en la elección de verdeos de invierno. In CANGÜÉ, Revista de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Paysandú, Uruguay. N° 18: 22-26.

## 9. APÉNDICES

Anexo N° 1. Rendimiento de forraje (kg MS/ha) en el período de otoño-invierno para avena, cebada, trigo y triticale para los manejos de corte frecuente (F) y aliviado (A).

Genotipos	Mayo-Junio*	Julio*	Agosto*	Total*
Avena 1095a F	915b	889b	806a	2610b
Avena 1095a A	1282a	1670a	633a	3585a
Avena Polaris F	1136b	1218b	911a	3264a
Avena Polaris A	1522a	1596a	497b	3614a
Cebada E. Quebracho F	1264a	1074b	447a	2656b
Cebada E. Quebracho A	1412a	1658a	260b	3330a
Cebada CLE 178 F	1170a	982b	909a	3028a
Cebada CLE 178 A	1245a	1299a	428b	2972a
Trigo Tijereta F	922a	1074b	812a	2808a
Trigo Tijereta A	649b	1735a	721a	3105a
Trigo LE 2271 F	628a	982a	1137a	2747a
Trigo LE 2271 A	354a	1180a	888b	2422a
Triticale LETR 25 F	1066a	1215b	1422a	3703b
Triticale LETR 25 A	1213a	1885a	1210b	4308a
Triticale LETR 4 F	607a	1183b	1468a	3258b
Triticale LETR 4 A	688a	1769a	1444a	3900a
Media	1005	1328	875	3207
CV	16,22	12,35	14,26	10,01
MDS 5% Genotipo*manejo	232	233	178	457
Significancia	P>0,001	P>0,01	P>0,01	P>0,01

\* medias que no comparten la misma letra dentro de columnas y para un mismo genotipo difieren significativamente (efecto del manejo de cortes)

Anexo N° 2. Diagnóstico de enfermedades.

Genotipos	Estado Fisiológico	Mancha Foliar (%)	Roya de hoja (%)
1095a F	L	5%	10MS
1095a A	L	5%	15S
Polaris F	LP	2%	30MSS
Polaris A	LP	5%	30MSS
E.Quebracho F	LP	0%	70S
E.Quebracho A	LP	0%	80S
CLE 178 F	ESP	0%	80S
CLE 178 A	ESP	0%	80S
Tijereta F	1/2Gr	10%	0%
Tijereta A	1/2Gr	10%	0%
LE 2271 F	1/2Gr	Trazas	0%
LE 2271 A	1/4Gr.	2%	TM
LETR 4 F	FF	5%	TS
LETR 4 A	F	2%	TS
LETR 25 F	1/4Gr.	Trazas	0%
LETR 25 A	F	5%	0%

Referencias:

F: Manejo frecuente; A: Manejo aliviado

TM: trazas medias; TS: trazas susceptible; MS: moderadamente susceptible; S: susceptible

L: lechoso; LP: lechoso-pastoso; ESP: espigazón; Gr: grano; FF: fin floración; F: floración.

Anexo N° 3. Rendimiento de grano (kg/ha), densidad de espigas (n°/m<sup>2</sup>), granos por espiga (n°/espiga), peso de mil granos (g), biomasa (kg/ha MS) e índice de cosecha (IC = Rend. grano/biomasa en %) para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	Rend. grano	Densidad espigas	Granos/ espiga	Peso 1000gr.	Biomasa	IC
1095a	2091	485	16,0	24,5	9389	22,2
Polaris	2446	336	24,8	27,5	8542	28,6
Quebracho	2322	638	10,8	30,4	7381	31,5
CLE 178	1221	403	8,6	20,8	4641	26,6
Tijereta	1957	543	14,0	25,2	8309	23,7
LE 2271	2620	909	11,4	24,0	11229	23,2
LETR 25	4330	477	23,7	32,8	14711	29,4
LETR 4	3885	568	21,2	32,8	14843	26,2
Media	2609	545	16,3	27,2	9881	26,4
MDS (5%)	342	90	2,4	1,7	884	
C.V. (%)	13,0	16,3	14,4	6,1	8,9	24,7

Anexo N° 4 . Rendimiento de grano (kg/ha), biomasa (kg/ha de MS) y densidad de espigas (n°/m<sup>2</sup>) para cada manejo de corte.

Manejo de corte	Rend. Grano	Densidad espigas	Biomasa
Frecuente	2823	592	10375
Aliviado	2395	498	9386
MDS 5%	171	45	442

Anexo N° 5. Análisis de varianza para rendimiento de grano, biomasa, densidad de espigas, granos/espigas, peso de 1000 granos e índice de cosecha.

FUENTE		GENOTIPOS	MANEJO	MANEJO*GENOTIPO	ERROR
GL		7	1	7	45
REND.	CM	8363454	2927521	125826	115082
GRANO	Pr>F	0,000	0,000	0,384	
BIOMASA	CM	100553689	15644991	771029	769848
	Pr>F	0,000	0,000	0,443	
DENSIDAD	CM	244597	141000	10022	7929
ESP.	Pr>F	0,000	0,000	0,289	
GR/ESP	CM	309,00	16,608	6,610	5,562
	Pr>F	0,000	0,091	0,329	
PESO	CM	154,41	0,681	1,371	2,757
1000 GR.	Pr>F	0,000	0,622	0,832	
IC	CM	86,517	58,389	3,544	42,669
	Pr>F	0,072	0,2482	0,999	

Anexo N° 6. Rendimiento de MS (kg/ha) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	4262	7896	13561	13868	14357
Polaris	4041	5277	11501	13321	12913
Quebracho	3759	4506	9032		
CLE 178	3288	4954	7831		
Tijereta	3303	5422	9735	9933	9509
LE 2271	4210	11197	13567	13871	12229
LETR 25	5803	9962	16239	17914	19056
LETR 4	6217	10848	17070	16390	21450
Media	4361	7507	12317	14216	14919
MDS (5%)	856	1100	2324	1826	3642
C.V. (%)	15,9	15,5	23,2	15,4	23,9

Anexo N° 7. Rendimiento de MO digestible (kg/ha) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	3296	5566	9054	8479	7961
Polaris	3269	4042	7765	8361	7075
Quebracho	2899	3202	5399		
CLE 178	2482	3489	4847		
Tijereta	2444	3791	6170	6034	5151
LE 2271	3117	7886	8598	7545	5886
LETR 25	4463	6406	9860	10938	11450
LETR 4	4805	7968	10944	10014	11131
Media	3347	5294	7830	8562	8109
MDS (5%)	658	763	1465	1097	2017
C.V. (%)	15,9	15,6	23,2	15,3	24,2

Anexo N° 8. Rendimiento de proteína cruda (kg/ha) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	775	1064	1225	1238	1086
Polaris	807	839	1207	1211	1089
Quebracho	744	770	1003		
CLE 178	667	920	948		
Tijereta	543	740	939	592	651
LE 2271	806	1186	1193	737	549
LETR 25	1158	1322	1501	1442	1003
LETR 4	1279	1512	1628	1173	1081
Media	848	1044	1205	1065	910
MDS (5%)	165	162	231	130	267
C.V. (%)	15,9	16,7	23,7	15,4	24,3

Anexo N° 9. Altura (cm) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	48,8	76,0	102,1	103,1	104,4
Polaris	42,2	51,5	85,9	92,6	86,6
Quebracho	47,2	55,6	64,0		
CLE 178	36,5	48,5	53,1		
Tijereta	49,4	58,6	67,6	67,2	66,1
LE 2271	48,8	68,4	74,9	73,0	73,0
LETR 25	51,5	64,2	92,8	93,1	84,1
LETR 4	56,6	71,6	93,5	98,4	94,8
Media	47,6	61,8	79,2	87,9	84,9
MDS (5%)	3,9	6,4	9,6	5,3	7,7
C.V. (%)	5,5	5,3	6,3	7,9	7,1

Anexo N° 10. Relación hoja/tallo en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	1,47	0,62	0,38	0,26	0,08
Polaris	1,61	1,23	0,42	0,24	0,06
Quebracho	1,11	0,64	0,07		
CLE 178	1,40	0,83	0,04		
Tijereta	0,74	0,34	0,15	0,01	0,04
LE 2271	0,94	0,44	0,15	0,00	0,00
LETR 25	1,01	0,61	0,30	0,18	0,00
LETR 4	0,98	0,56	0,25	0,15	0,00
Media	1,16	0,66	0,22	0,14	0,03
MDS (5%)	0,42	0,17	0,05	0,04	0,05
C.V. (%)	25,57	26,69	18,80	21,06	162,00

Anexo N° 11. Rendimiento de MS (kg/ha), rendimiento de proteína cruda (kg/ha), altura (cm) y relación hoja/tallo en los estados de: embuche, floración y grano acuoso-lechoso, para cada manejo de corte.

Determinaciones	Estado Fisiológico	Manejo		MDS 5%
		Frecuente	Aliviado	
Materia Seca	Embuche	7896	7120	600
	Floración	13125	11509	1475
Proteína Cruda	Floración	1296	1114	147
	Grano A-L	1178	953	99
Altura	Embuche	62,72	60,91	1,68
	Floración	81,47	77,03	2,56
Relación H/T	Embuche	0,61	0,71	0,091

Anexo N° 12. Rendimiento de proteína cruda (kg/ha) en 3 nudos, embuche y floración, para cada genotipo y cada manejo de corte.

Estado Fisiológico	3 Nudos		Embuche		Grano A-L	
	Frecuente	Aliviado	Frecuente	Aliviado	Frecuente	Aliviado
1095a	816	735	1100	1028	1491	986
Polaris	849	766	932	746	1520	902
Quebracho	828	660	802	739		
CLE 178	724	611	791	1048		
Tijereta	506	579	819	660	644	539
LE 2271	840	773	1314	1058	761	713
LETR 25	1220	1096	1220	1424	1350	1533
LETR 4	1082	1476	1672	1352	1302	1044
MDS 5*	197		255		243	

Anexo N° 13. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca, materia orgánica digestible, proteína, altura y relación hoja/tallo para 3 nudos.

Determinación	FUENTE	GENOTIPOS	ERROR A	MANEJO	MANEJO*GENOTIPO	ERROR B
	GL	7	21	1	7	24
REND. MS	CM	9479096	677322	753424	667578	482326
	Pr>F	0,000		0,223	0,257	
REND. MDO	CM	5937460	400705	516063	397276	284658
	Pr>F	0,000		0,191	0,253	
REND. PC	CM	488518	25321	7161	66133	18212
	Pr>F	0,000		0,536	0,008	
ALTURA	CM	290,75	14,339	9,000	16,679	6,969
	Pr>F	0,000		0,267	0,052	
RELACIÓN H/T	CM	0,733	0,163	0,083	0,060	0,088
	Pr>F	0,003		0,341	0,684	

Anexo N° 14. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca, materia orgánica digestible, proteína, altura y relación hoja/tallo para embuche.

Determinación	FUENTE	GENOTIPOS	ERROR A	MANEJO	MANEJO*GENOTIPO	ERROR B
	GL	7	21	1	7	24
REND. MS	CM	63780549	9637144	9637144	1585696	1354042
	Pr>F	0,000		0,014	0,355	
REND. MDO	CM	30446774	538802	2550409	1251027	684828
	Pr>F	0,000		0,066	0,128	
REND. PC	CM	618531	24420	88061	85753	30548
	Pr>F	0,000		0,102	0,028	
ALTURA	CM	775,54	38,18	52,56	5,134	10,604
	Pr>F	0,000		0,036	0,837	
RELACIÓN H/T	CM	0,590	0,027	0,163	0,044	0,031
	Pr>F	0,000		0,031	0,241	

Anexo N° 15. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca, materia orgánica digestible, proteína, altura y relación hoja/tallo para floración.

Determinación	FUENTE	GENOTIPOS	ERROR A	MANEJO	MANEJO*GENOTIPO	ERROR B
	GL	7	21	1	7	24
REND. MS	CM	90665116	4993971	41786528	9447577	8167840
	Pr>F	0,000		0,033	0,363	
REND. MDO	CM	38258465	1986207	10410302	5168497	3304916
	Pr>F	0,000		0,089	0,194	
REND. PC	CM	507920	49291	528529	162310	81466
	Pr>F	0,000		0,018	0,098	
ALTURA	CM	2307,36	85,12	315,1	38,28	24,71
	Pr>F	0,000		0,002	0,199	
RELACIÓN H/T	CM	0,154	0,003	0,000	0,000	0,002
	Pr>F	0,000		0,938	0,951	

Anexo N° 16. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca, materia orgánica digestible, proteína, altura y relación hoja/tallo para grano acuoso-lechoso.

Determinación	FUENTE	GENOTIPOS	ERROR A	MANEJO	MANEJO*GENOTIPO	ERROR B
	GL	5	15	1	5	18
REND. MS	CM	60465919	2936267	12639295	6231527	4767856
	Pr>F	0,000		0,121	0,305	
REND. MDO	CM	24363398	1058916	6003138	1827763	1726044
	Pr>F	0,000		0,079	0,415	
REND. PC	CM	858800	14943	608626	178559	26844
	Pr>F	0,000		0,000	0,001	
ALTURA	CM	1663,33	24,70	184,08	29,983	48,167
	Pr>F	0,000		0,066	0,6846	
RELACIÓN H/T	CM	0,097	0,001	0,000	0,001	0,001
	Pr>F	0,000		0,863	0,621	

Anexo N° 17. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca, materia orgánica digestible, proteína, altura y relación hoja/tallo para grano pastoso-duro.

Determinación	FUENTE	GENOTIPOS	ERROR A	MANEJO	MANEJO*GENOTIPO	ERROR B
	GL	5	15	1	5	18
REND. MS	CM	160977266	11681367	9178752	14348286	12753931
	Pr>F	0,000		0,407	0,382	
REND. MDO	CM	56129016	3582729	17,500	5664000	3861590
	Pr>F	0,000		0,9999	0,249	
REND. PC	CM	476599	63064	1210,02	95887	48955
	Pr>F	0,001		0,877	0,134	
ALTURA	CM	1581,97	51,726	117,188	72,038	36,396
	Pr>F	0,000		0,090	0,131	
RELACIÓN H/T	SC	0,008	0,002	0,000	0,002	0,002
	Pr>F	0,016		0,755	0,365	

Anexo N° 18. Contenido de MS(%) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	16,9	19,0	26,2	33,9	40,8
Polaris	16,9	19,3	23,6	33,4	41,5
Quebracho	17,5	20,0	36,3		
CLE 178	18,2	20,1	38,3		
Tijereta	21,3	24,5	34,5	47,2	58,2
LE 2271	19,9	27,9	42,2	54,9	72,5
LETR 25	17,8	21,6	30,9	40,4	63,4
LETR 4	15,9	20,4	33,0	38,1	58,9
Media	18,1	21,5	33,1	41,3	55,9
MDS (5%)	1,7	1,8	2,6	3,3	3,0
C.V. (%)	6,9	5,0	5,7	7,2	4,7

Anexo N° 19. Análisis de varianza para contenido de materia seca para 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro.

Estado Fisiol.	FUENTE	GENOTIPOS	ERROR A	MANEJO	MANEJO*GENOTIPO	ERROR B
	GL	7	21	1	7	24
3 NUDOS	CM	24,51	2,658	2,848	0,883	1,536
	Pr>F	0,000		0,1837	0,7693	
EMEBUCHE	CM	75,98	3,062	4,101	2,831	1,163
	Pr>F	0,000		0,073	0,049	
FLORACIÓN	CM	301,86	5,998	8,051	3,954	3,529
	Pr>F	0,000		0,144	0,383	
	GL	5	15	1	5	18
GRANO A-L	CM	556,64	9,827	12,302	6,990	8,901
	Pr>F	0,000		0,255	0,574	
GRANO P-D	CM	1250,7	8,066	0,521	15,415	6,940
	Pr>F	0,000		0,7872	0,097	

Anexo N° 20. Digestibilidad de la materia orgánica (%) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	77,3	70,5	66,6	61,2	55,6
Polaris	80,9	77,0	67,6	62,6	54,8
Quebracho	77,0	70,9	59,7		
CLE 178	75,4	70,4	61,9		
Tijereta	74,2	69,9	63,6	60,7	54,2
LE 2271	74,1	70,5	63,6	54,6	48,2
LETR 25	76,9	64,4	60,7	61,1	60,4
LETR 4	77,3	73,6	64,1	61,1	51,9
Media	76,6	70,9	63,5	60,2	54,2
MDS (5%)			4,4		
C.V. (%)	2,6	5,3	2,9	3,2	8,6

Anexo N° 21. Contenido de Proteína (%) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	18,2	13,5	9,0	9,1	7,5
Polaris	20,0	15,9	10,5	9,0	8,5
Quebracho	19,8	17,1	11,1		
CLE 178	20,3	18,5	12,1		
Tijereta	16,6	13,7	9,9	6,0	6,9
LE 2271	19,2	10,6	8,6	5,4	4,5
LETR 25	19,9	13,3	9,2	8,0	5,2
LETR 4	20,5	13,9	9,6	7,1	5,0
Media	19,3	14,6	10,0	7,4	6,3
MDS (5%)		2,7			1,8
C.V. (%)	8,1	7,8	13,3	21,0	11,1

Anexo N° 22. Contenido de fibra detergente ácido (%) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	26,7	31,7	31,5	37,8	37,7
Polaris	26,0	26,8	31,0	35,8	38,9
Quebracho	28,3	30,3	37,8		
CLE 178	29,0	35,3	38,8		
Tijereta	27,5	32,4	38,0	41,4	44,7
LE 2271	27,0	29,5	34,0	40,0	42,4
LETR 25	28,1	33,2	40,5	37,7	42,8
LETR 4	28,0	31,2	35,6	37,6	42,6
Media	27,6	31,3	35,9	38,4	41,5
MDS (5%)					3,7
C.V. (%)	10,2	10,9	7,3	11,1	3,4

Anexo N° 23. Contenido de fibra detergente neutro (%) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano P-D
1095a	59,0	62,2	62,3	66,6	67,6
Polaris	67,6	61,8	64,7	68,1	79,3
Quebracho	68,5	68,9	74,7		
CLE 178	67,5	76,8	80,1		
Tijereta	65,6	66,0	71,9	80,3	84,7
LE 2271	65,8	57,1	61,4	75,7	75,4
LETR 25	74,0	68,2	74,6	70,5	80,8
LETR 4	72,5	68,0	76,4	70,7	77,7
Media	67,6	66,1	70,8	72,0	77,6
MDS (5%)			8,7		
C.V. (%)	11,3	10,9	5,2	7,6	6,2

Anexo N° 24. Contenido de cenizas (%) en los estados de: 3 nudos, embuche, floración, grano acuoso-lechoso y grano pastoso-duro para cada genotipo; media general, mínima diferencia significativa al 5% y coeficiente de variación expresado como porcentaje.

Genotipos	3 nudos	Embuche	Floración	Grano A-L	Grano A-L
1095a	9,6	8,9	7,1	7,7	7,3
Polaris	10,1	9,2	8,3	7,3	7,4
Quebracho	10,4	9,7	8,5		
CLE 178	9,8	9,4	8,7		
Tijereta	9,9	8,8	7,8	6,9	7,6
LE 2271	11,0	8,7	7,2	7,3	8,6
LETR 25	11,4	10,5	10,3	8,0	8,9
LETR 4	10,5	9,7	8,5	8,2	7,9
Media	10,3	9,4	8,3	7,6	7,9
MDS (5%)	0,6	1,0	0,7		
C.V. (%)	2,4	4,7	3,7	9,0	12,0

Anexo N° 25. Análisis de varianza para digestibilidad de la materia orgánica, para contenido de proteína, FDA, FDN y cenizas, para cada estado fisiológico.

Estado Fisiol.	DETERMINACION	3 NUDOS			ZEBUCHE			FLORACION			GRAMO A-L		GRAMO P-D		
		FUENTE	GENOTIPOS	ERROR	GENOTIPOS	ERROR	GENOTIPOS	ERROR	GENOTIPOS	ERROR	GENOTIPOS	ERROR	GENOTIPOS	ERROR	
DMO (%)	GL	7		7		7		7		5		5		5	
	CM	9,413	4,118	25,128	14,247	14,696	3,442	15,938	3,787	32,976	21,907				
	Pr>F	0,149		0,260		0,037		0,070		0,332					
PC (%)	CM	3,374	2,441	12,473	1,289	2,771	1,774	4,804	2,437	5,070	0,485				
	Pr>F	0,340		0,004		0,285		0,237		0,011					
	CM	1,841	7,870	12,995	11,606	24,100	6,849	7,916	18,091	14,296	2,054				
FDA (%)	Pr>F	0,963		0,443		0,060		0,807		0,026					
	CM	41,805	58,400	69,979	52,042	98,959	13,425	52,397	29,553	67,152	23,161				
	Pr>F	0,665		0,353		0,009		0,272		0,134					
FDN (%)	CM	5,437	0,415	0,907	0,198	2,018	0,094	0,423	0,459	0,830	0,905				
	Pr>F	0,0150		0,031		0,000		0,534		0,537					