



Antecedentes sobre el **Triticale** en Chile y otros países

Autores

Mario Mellado Z.

Iván Matus T.

Ricardo Madariaga B.

Ministerio de Agricultura

Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Centro Regional de Investigación Quilamapu

Chillán, 2008.

ANTECEDENTES SOBRE
EL TRITICALE
EN CHILE Y OTROS PAÍSES

Autores

MARIO MELLADO Z.

IVÁN MATUS T.

RICARDO MADARIAGA B.

Centro Regional de Investigación Quilamapu

Chillán, Chile, 2008.

Autores

Mario Mellado Z.

Iván Matus T.

Ricardo Madariaga B.

Director Regional

Claudio Pérez C.

Boletín INIA N° 183.

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación Quilamapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

Cita bibliográfica correcta:

Mellado Z., Mario; Matus T., Iván; Madariaga B., Ricardo.
2008.

Antecedentes sobre el triticale, en Chile y otros países.

Chillán, Chile.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Boletín INIA N° 183, 74 p.

Edición de textos:

Rocío Sasmay M.

Diseño y diagramación

Ricardo González Toro

Impresión

Trama Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares XXXX.

Chillán, 2008.

TABLA DE CONTENIDOS

5-8	ORIGEN DEL TRITICALE
8-13	CLASIFICACIÓN DE LOS TRITICALES
13-15	CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRITICALE
15-18	IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN CHILE Y EN EL MUNDO
18-28	VARIETADES Y RENDIMIENTO
28-37	MANEJO DEL CULTIVO
38-42	COMPORTAMIENTO FRENTE A ENFERMEDADES Y PLAGAS
42-64	CALIDAD DEL GRANO Y USOS
65-72	BIBLIOGRAFÍA
73-74	GLOSARIO

1. ORIGEN DEL TRITICALE

El triticales (*X Triticosecale* Wittmack) es un cereal de autofecundación (fecundación del óvulo de una flor por el polen de la misma planta). Fue obtenido artificialmente por el hombre a partir del cruzamiento de trigo (*Triticum* ssp.) con centeno (*Secale* ssp.). El nombre triticales es una combinación del prefijo de Trítico (derivado de *Triticum*) y el sufijo Secale, es decir, los géneros botánicos de las plantas progenitoras. Al crear este nuevo cereal se pretendió combinar la calidad del grano (principalmente nivel proteico y aminoácidos) y la productividad aportada por el trigo, con el vigor de la planta del centeno, resistencia a la sequía, bajas temperaturas, y limitantes de suelo. Trabajos realizados por Hewstone *et al.* (1977) demostraron que el nivel de adaptación general de los triticales era muy superior al de los trigos en la zona sur de Chile. Investigaciones posteriores han demostrado que esta buena adaptación se extiende a la zona central.

Para obtener esta nueva especie de planta se ha utilizado como madre al trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), o el trigo duro o candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.), y como padre (aportando el polen) al centeno.

El triticales fue descrito por primera vez en el decenio de 1870 (Varughese *et al.*, 1987), y en aquella época se trataba de una planta de mal tipo agronómico (sobre todo muy alta) y estéril (no producía semilla), como consecuencia de las diferencias en el número y estructura de los cromosomas de los dos padres o progenitores, lo que producía una progenie haploide. En efecto, el trigo harinero tiene 42 cromosomas distribuidos en los genomas A, B y D; el trigo candeal 28 cromosomas distribuidos en los genomas A y B, en tanto el centeno tiene 14 cromosomas distribuidos en el genoma¹ R.

¹Genoma: juego de cromosomas, como los presentes dentro de un gameto o célula sexual.

El avance fundamental en la creación de triticales llegó en 1937, cuando se determinó que una sustancia química llamada colchicina² podía duplicar los cromosomas de las células tratadas con este producto (NRC, 1989). Con esta información disponible, la planta haploide que se obtenía al cruzar centeno con trigo se trató con colchicina logrando plantas de triticales homogotas y fértiles, las cuales eran capaces de reproducirse por sí mismas.

Sintetizando lo anterior, Briggles (1969) señala que el triticales es un híbrido intergenérico poliploide producido al duplicar el número de cromosomas del híbrido estéril que resulta de cruzar el trigo harinero o el trigo candeal con el centeno.

En la mayoría de las cruces dirigidas a obtener triticales es más fácil obtener semilla híbrida al usar como progenitor a los trigos hexaploides que a los trigos tetraploides. En el caso de usar trigos tetraploides es necesario usar obligatoriamente la técnica del cultivo de embriones para obtener el desarrollo de la planta híbrida (Kohli, 1980).

Después de más de 100 años de investigación en esta especie artificial (creada por el hombre), los progresos han sido muy grandes, ya que se han mejorado muchas características agronómicas de la planta, entre ellas: la rusticidad aportada por el centeno; disminución de la altura de planta debido a la introducción de genes de enanismo³ aportados por el progenitor trigo; mayor rendimiento de grano y mejor llenado del grano también aportados por el trigo, aspecto muy importante dado que los primeros triticales tenían un grano muy arrugado y un surco ventral profundo, lo que se traducía en un pobre rendimiento de grano, bajo peso del hectolitro y un nivel de extracción de harina muy inferior al del trigo.

²Colchicina: alcaloide producido por plantas del género *Colchicum* spp. que duplica el material genético de una célula.

³Genes de enanismo: genes que reducen la altura de las plantas.

Actualmente las variedades de triticale tienen un grano bien desarrollado, bastante similar al del trigo y una planta de buen tipo agronómico considerando su altura, resistencia a la tendadura y amplia adaptación.

Inicialmente fueron varios los países donde se empezaron trabajos de investigación en triticales, entre ellos Canadá, Polonia, España y Alemania. Sin embargo, a comienzos de la década de 1960, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México, se constituyó en la base del mejoramiento de triticale a nivel internacional.

En Chile los trabajos experimentales con este cereal se iniciaron en 1970 con la introducción por parte de la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA) de un Ensayo Internacional de Rendimiento proveniente del CIMMYT (Mayorga, 1971).

Más tarde, 1972 la Pontificia Universidad Católica de Chile inició un Proyecto de Mejoramiento de Triticale en conjunto con el Centro de Investigación Internacional de Canadá (Parodi y Nebreda, 1982). Este proyecto permitió efectuar ensayos de investigación durante seis años (1974 a 1979) en 14 localidades entre Ovalle en la Región de Coquimbo y Puyehue en la Región de Los Lagos. Si bien no se logró introducir ninguna variedad, sus resultados demostraron que el triticale tenía un potencial de rendimiento al menos 25% superior al trigo, expresado bajo una amplia gama de condiciones ambientales. Además encontraron que el triticale tenía un mayor contenido proteico que los trigos, aunque ello se explicaba porque el grano de triticale de esa época aún presentaba mucha rugosidad por lo que el nitrógeno podía concentrarse más en el poco endosperma que formaba este grano. También determinaron que la harina del germoplasma de triticale estudiado en ese entonces era adecuada para elaborar pan y que la calidad de este pan mejoraba considerablemente cuando se

mezclaba harina de triticales en proporción 1:1 con harina de trigo. Estos experimentos permitieron concluir que la limitación del triticales de esa época eran sus granos no tan desarrollados como los de trigo, por lo que su peso hectolitro e igualmente la producción de harina eran inferiores al de trigo.

Por su parte el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) empezó a recibir germoplasma de triticales del CIMMYT a partir de 1972 (Hewstone, 1990). Posteriormente INIA Carillanca inició un programa de mejoramiento el año 1976 con el propósito de lograr variedades con más adaptación a las condiciones de la zona sur de Chile (Hewstone, 1986). Este programa fue exitoso ya que hizo posible la liberación de excelentes variedades, como se indicará más adelante en este boletín.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS TRITICALES

Según la especie de trigo que se haya usado en el cruzamiento con centeno, los triticales pueden ser **hexaploides (6x)⁴ u octoploides (8x)**.

Los triticales hexaploides se obtienen a partir del cruzamiento entre el trigo duro (especie tetraploide, con 28 cromosomas y fórmula genómica AABB) y el centeno (especie diploide con 14 cromosomas y fórmula genómica RR). La fórmula genómica del triticales hexaploide es AABBRR y posee 42 cromosomas, es decir la suma de los cromosomas de ambos padres. Por su baja calidad, estos triticales raramente se usan en consumo humano en su condición primaria (Lukaszewski, 2006). Este autor señala que para superar este problema, el cromosoma 1R del cultivar de triticales hexaploide 'Presto', fue trabajado por ingeniería genética para remover los *loci*⁵ de secalina *Sec-1* y *Sec-3*, e introducirle los *loci* de gliadina *Gli-1*

⁴La letra x representa un genoma.

⁵*Locis* es plural de *locus*, el cual indica la posición de un gen sobre un cromosoma.

y glutenina *Glu-1* del trigo. Pruebas preliminares de los efectos de este cambio genético indican que se logró aumentar entre 230 a 250% el valor de sedimentación SDS del triticales 'Presto'.

Los triticales octoploides se obtienen a partir del cruzamiento entre el trigo harinero de 42 cromosomas (especie hexaploide de forma genómica AABBDD) y el centeno diploide de 14 cromosomas y fórmula genómica RR. Por lo tanto, la fórmula genómica del triticales octoploide es AABBDDRR, y posee 56 cromosomas, es decir la suma de los cromosomas de ambos padres. Aunque estos triticales son de mejor calidad panadera que los hexaploides, son muy inestables, por lo que su comportamiento en siembras comerciales es impredecible.

En la Figura 2.1 se presenta un esquema de la formación de ambos tipos de triticales. Aquí se puede observar que la progenie F_1 (primera generación) de ambos cruzamientos es haploide y, por lo tanto, no tiene la capacidad de reproducirse sexualmente. Para solucionar este inconveniente se usó una sustancia química llamada colchicina que, como ya se indicó, duplica el número de cromosomas y hace que la planta sea autofértil. El proceso de duplicación cromosómica es necesario para la estabilidad meiótica del híbrido, ya que de esta forma se asegura que cada cromosoma tendrá un cromosoma homólogo con el cual aparearse y recombinarse durante la meiosis.

En el caso de la creación de triticales octoploides el cultivo de embriones es opcional, pero en el caso de los hexaploides el cultivo *in vitro* de embriones es obligatorio (Varughese *et al.*, 1987). En el procedimiento del cultivo de embriones, aquellos derivados de la cruce entre trigo y centeno (hibridación intergenérica)⁶ se cultivan *in vitro*⁷, utilizando un medio de cultivo especial para que el embrión se desarrolle y posteriormente de origen a una nueva planta.

⁶Hibridación intergenérica: cruzamiento entre plantas que pertenecen a dos géneros botánicos distintos.

⁷Cultivo de embriones: cultivo de un embrión en condiciones de laboratorio.

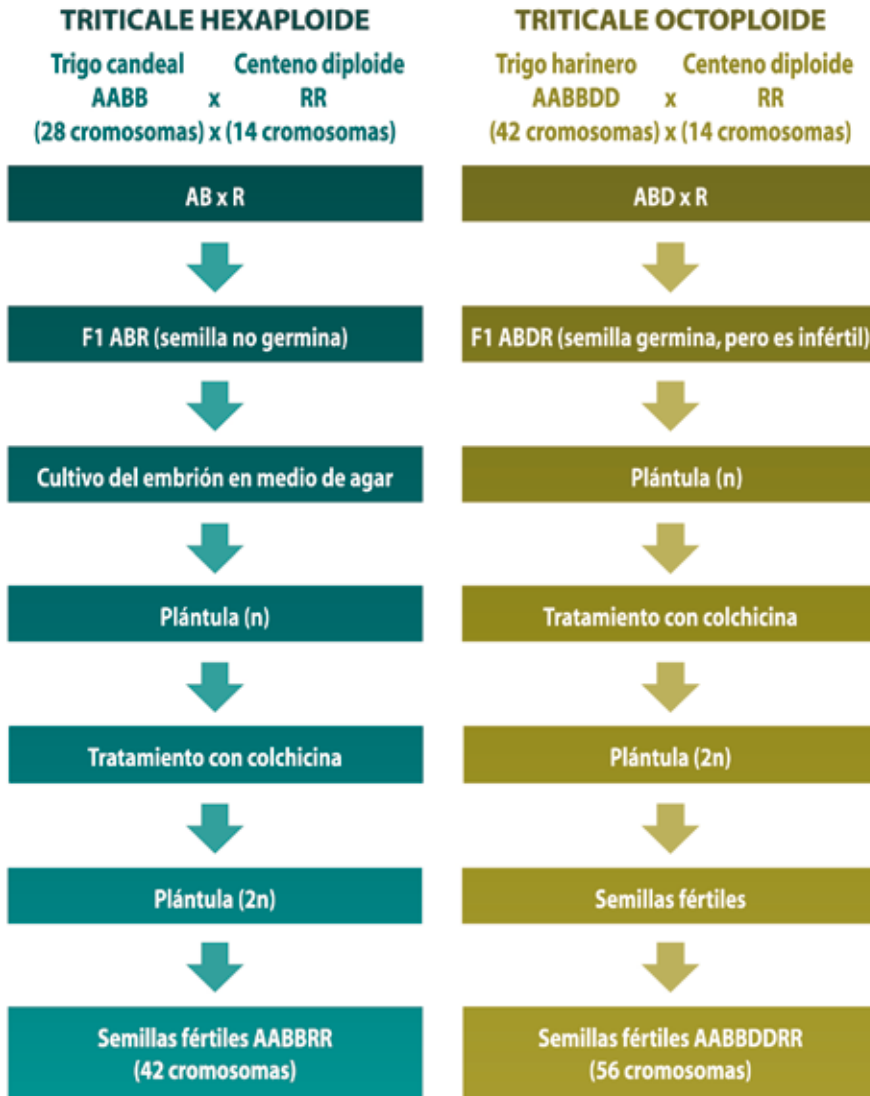


Figura 2.1. Esquema de creación de triticales hexaploides y octoploides.

Fuente: Varughese *et al.*, 1987.

En general, como se mencionó anteriormente, los triticales hexaploides son más estables genéticamente que los octoploides y por ello son los más usados comercialmente. Los autores Bennett y Kaltsikes (1973) sugieren que la inestabilidad cromosómica en triticales, que influye en la desuniformidad en altura de planta y una deficiente fertilidad de las espigas, es causada por diferencias en las velocidades de desarrollo celular de las dos especies parentales, lo que a su vez es determinado por diferencias cualitativas y cuantitativas en sus contenidos de ácido desoxirribonucleico (ADN)⁸. Al respecto Gustafson y Bennett (1976) señalan que los cromosomas del centeno tienen alrededor de 35% más ADN que los cromosomas más grandes del trigo hexaploide.

Considerando el número de cromosomas de centeno que los triticales tienen en su composición genética, éstos se agrupan en **Triticales Completos y Triticales Sustituídos**. Los **triticales completos** son los que tienen la dotación cromosómica completa del centeno, es decir, tienen sus 14 cromosomas. Debido a ello son superiores a los sustituidos bajo condiciones de estrés, tales como disponibilidad de agua limitada, suelos ácidos, deficiencia de nutrientes o toxicidad, o alta presión de enfermedades (Varughese *et al.*, 1996). Sobre este aspecto, Giunta *et al.* (1999) señalan que el mejoramiento de triticales ha sido de gran importancia en aquellos ambientes mediterráneos, donde las temperaturas invernales son bajas y la acidez del suelo interactúa con sequía, ya que se consigue más adaptabilidad en comparación con otros cereales.

Los triticales sustituidos son aquellos en los que uno o más cromosomas del genoma D del trigo harinero han sustituido a cromosomas R del centeno. En el caso del triticales llamado 'Armadillo', producto de un cruzamiento espontáneo de un triticales

⁸ADN (ácido desoxirribonucleico): compuesto orgánico formado por nucleótidos, azúcares y grupos fosfato.

con un trigo harinero semienano desconocido, el cromosoma 2D del trigo harinero sustituyó al cromosoma 2R del centeno (Varughese *et al.*, 1987). A pesar de la gran importancia que tuvo el triticales Armadillo en el mejoramiento posterior de esta especie, ya que al intervenir en cruzamientos aumentó la fertilidad de las espigas, tenía la limitación de su susceptibilidad a la tendedura, lo que restringía el techo de rendimiento comparado con los trigos semienanos. La resistencia a la tendedura a través de una menor altura de planta, así como un mayor rendimiento de grano, mejor peso del hectolitro y superior adaptación se logró al cruzar el triticales octoploide primario 'Maya 2' con el triticales Armadillo (Ammar *et al.*, 2004).

De acuerdo al análisis previamente efectuado, es dable esperar que los triticales completos y sustituidos tengan características fenotípicas diferentes y se comporten de modo muy distinto agronómicamente. Es así que los triticales completos poseen mayor productividad, tanto en zonas fértiles como en condiciones adversas, y son más adaptables y más resistentes a condiciones limitantes. Sin embargo, los triticales sustituidos han dado origen a más variedades, ya que son más estables y de mejor calidad panadera.

Desde el punto de vista del mejoramiento, dado que las fuentes de variación genética de centeno para realizar cruzamientos son escasas, y que el triticales es una especie nueva en la cual la evolución natural ha actuado poco tiempo, se ha generado un problema de poca variabilidad genética en las variedades de triticales. Esta situación podría generar problemas a futuro por falta de adaptación y estabilidad en las nuevas variedades, y comportamiento frente a enfermedades, especialmente cuando el cultivo se siembre más extensivamente.

Un tipo de cruzamiento exitoso ha sido el que contempló la cruce de triticales octoploides (genomas AABBDDRR) con triticales hexaploides (AABBRR), ya que permitió seleccionar triticales sustituidos hexaploides más estables meióticamente, con mayor fertilidad de espigas, menor actividad de la enzima alfa amilasa⁹ y mayor contenido de lisina (Zillinsky, 1974).

3. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRITICALE

La planta de triticales tiene una apariencia intermedia entre el trigo y el centeno. Los triticales completos se parecen más al centeno, en tanto los triticales sustituidos son más semejantes al trigo. Normalmente el triticales es más alto y vigoroso que el trigo, de igual manera las hojas son más gruesas, más grandes y de mayor longitud. La lígula es pronunciada y semidentada, las aurículas son de tamaño mediano, semiabrazadoras y sin pelos o cilios.

La zona del tallo próxima a la espiga presenta una franja con pubescencia o vellosoidad, y cierto grado de curvatura. La altura de planta que en las primeras variedades sobrepasaba los 120 cm, se ha ido reduciendo significativamente en la medida que se han incorporado genes de enanismo a través de la cruce con trigos harineros semienanos.

En general las espigas son semicompactas, semidecumbentes, más largas que las del trigo, y de color café claro. El grano es alargado, más parecido al grano de centeno que al de trigo, de color café claro y con una cierta rugosidad en la cubierta, debido a chupadura (Foto 3.1). Esta última característica, que resultaba muy negativa desde el punto de vista comercial e industrial en

⁹Alfa amilasa: enzima que hidroliza enlaces o uniones de polisacáridos, como el almidón, y se activa en la germinación de los granos.

las primeras variedades, ha ido desapareciendo en las nuevas variedades de triticale. Tanto es así que el peso del hectolitro (muy dependiente del llenado del grano), que fue uno de los problemas más importantes en las primeras variedades, en los materiales actuales es bastante similar al peso del hectolitro del trigo, lo que hace posible la obtención de un buen rendimiento de harina.



Foto 3.1. Grano de cereales: A. Centeno, B. Triticale, C. y D. Trigo harinero.

Los triticales tienen una tolerancia genética a los suelos ácidos, la cual es superior a la tolerancia que presentan los trigos harineros y candeales, debido a la resistencia a la acidez transmitida por el centeno (Mergoum *et al.*, 1998, citados por Fohner y Hernández, 2004). Respecto a la tolerancia a condiciones de déficit hídrico del suelo, Mellado y Matus (1993), y Mergoum *et al.* (1992) citados por Fohner y Hernández (2004), señalan que el triticale presenta un comportamiento satisfactorio, a pesar de tener un período de desarrollo más prolongado entre espigadura y madurez comparado con el trigo. Esta propiedad podría estar asociada a su sistema radical bien desarrollado. En efecto, la Foto 3.2 muestra la longitud radical de plántulas de centeno, triticale y trigo de 8 días de edad, observándose que la raíz del triticale es mayor que la del trigo y levemente inferior a la del centeno.



Foto 3.2. Plántula de centeno (A), plántula de triticale (B), y plántula de trigo (C) de 8 días de edad.

4. IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN EL MUNDO Y EN CHILE

Según la FAO (2003), durante el año 2002 a nivel mundial se sembraron alrededor de 3 millones de hectáreas de triticale, con una producción de unas 11 millones de toneladas (t), las que se comparan con unas 21 millones de toneladas de centeno para ese mismo año. Según esta publicación el aumento promedio

anual en rendimiento a nivel mundial, desde 1985, ha sido aproximadamente de 100 kg/ha/año, comparado con 28 kg/ha/año del trigo. Los principales países productores de triticale son Polonia, Alemania, Francia y China.

En Chile, de acuerdo al VI y VII Censo Nacional Agropecuario (INE, 1997), en 1996 y 2006 se sembraron 8.475 y 19.924 ha, con un rendimiento promedio de 4,97 y 4,78 t/ha, respectivamente (Cuadro 4.1). Gran parte de la superficie se concentra entre las Regiones del Bío-Bío y de Los Lagos y en suelos de secano.

CUADRO 4.1.

Superficie y rendimiento de triticale en Chile. VI y VII Censo Nacional Agropecuario.

Región	VI Censo Agropecuario (1996-1997)		VII Censo Agropecuario (2006 - 2007)	
	Superficie (ha)	Rendimiento (t/ha)	Superficie (ha)	Rendimiento (t/ha)
II Antofagasta	0	0	0	0
III Atacama	0	0	0	0
IV Coquimbo	0	0	0	0
V Valparaíso	0,3	0,67	0	0
VI Libertador General Bernardo O'Higgins	10,1	1,32	214,9	2,81
VII Maule	65,9	2,69	48,8	3,68
VIII Bío-Bío	1.039,1	4,45	2.777,9	5,07
IX La Araucanía	5.337,1	5,00	16.082,8	4,74
X Los Lagos	2.021,6	5,25	405,3	4,93
XI Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	3,9	1,54	0	0
XIV Los Lagos	-	-	363,5	5,51
RM Región Metropolitana	0	0	30,0	1,5
Total País	8.475,4	4,97	19.924,0	4,78

Otra información estadística indica la distribución de las siembras de triticale por regiones durante los años 2001 y 2002 (Cuadro 4.2), destacando una disminución de 27% el año 2002 respecto a 2001, y que sobre el 70% de la superficie corresponde a la Región de La Araucanía. Además, esta fuente informativa también indica que la mayoría de estas siembras se realizan en condiciones de secano.

Región	Superficie (ha)		Rendimiento (t/ha)	
	2001 - 2002	2002 - 2003	2001 - 2002	2002 - 2003
IV Coquimbo	0	0	-	-
V Valparaíso	28	0	4,29	-
VI Libertador General Bernardo O'Higgins	0	0	-	-
VII Maule	0	0	-	-
VIII Bío-Bío	548	450	4,35	5,38
IX La Araucanía	8.621	5.830	4,09	5,09
X Los Lagos	1.818	1.660	5,26	6,23
XI Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	0	0	-	-

Fuente: INE (Instituto Nacional de Estadísticas).

Hay varios factores que confluyen para que la superficie de siembra de triticale no haya aumentado de manera significativa. Entre ellos ha influido la falta de una norma que regule su comercio para que el precio pueda ser semejante o levemente inferior al del trigo, ya que si bien tiene algunas desventajas respecto al trigo, como es el menor peso del hectolitro y rendimiento de harina, también posee ciertas ventajas, entre ellas un mejor balance de aminoácidos.

Lo adecuado sería clasificar los triticales según sus propiedades y usos característicos más específicos y que ello genere el precio adecuado para el producto. Actualmente el precio lo fija el comprador, ya sea molino o industria procesadora de alimentos.

5. VARIEDADES Y RENDIMIENTO

La primera variedad cultivada, desarrollada en un programa de mejoramiento, correspondió a la variedad de triticales de primavera Rosner, el año 1969 en Canadá. Esta variedad se ha usado como patrón para medir el avance genético de este cereal por la vía del mejoramiento (Larter *et al.*, 1970). La variedad Rosner es una variedad alta, con bastante esterilidad floral, que se usaba en alimentación animal, destilerías y alimento para desayunos (Ammar *et al.*, 2004). Actualmente las mejores líneas de triticales de primavera del CIMMYT (por ejemplo la línea Pollmer 1997) sobrepasan las 10 t/ha, debido a que tienen un mayor índice de cosecha y buen peso del hectolitro, menor altura de planta y más granos por espiga (Pfeiffer, 1995).

Al igual que en el trigo existen variedades de triticales de invierno que requieren vernalización¹⁰, triticales de hábito alternativo que necesitan poca vernalización, y triticales primaverales que no requieren estar sometidos a un período de frío durante el período vegetativo para iniciar la fase reproductiva.

Actualmente en Chile se cultivan variedades tardías y precoces, algo similar a lo que ocurre en trigo. Sin embargo, la diferencia con el trigo radica en que el período desde espigadura hasta madurez del triticales, es decir el período de llenado del grano, es más largo

¹⁰Vernalización: exposición del grano o la planta a un período de baja temperatura para inducir la floración.

que el del trigo (Barriga *et al.*, 1979). El triticale está sometido durante más tiempo al riesgo de presentar un grano chupado, debido a falta de agua, por lo que es fundamental que exista una reserva hídrica suficiente en el suelo durante la maduración para poder alcanzar elevados rendimientos. Esto es muy importante en zonas donde los cereales sufren de sequía terminal, como ocurre en el secano interior de Chile. Por lo tanto, se deberá pensar en acortar el período de espigadura a madurez y aumentar la velocidad de llenado del grano a través del mejoramiento genético.

El triticale es una planta autógama que posee un porcentaje de fecundación cruzada (alogamia) derivado del centeno, que es una especie totalmente alógama. Siendo el triticale una especie con cierto grado de alogamia, la pérdida de estabilidad varietal es más rápida que en otros cereales como el trigo o la avena, por lo que se recomienda no abusar de la reutilización de la semilla. Otro factor que incide en este aspecto es la inestabilidad citológica de la especie, originada por fallas en el apareamiento cromosómico durante la meiosis, debido a que como ya se señaló, el triticale es producto de una combinación de dos géneros botánicos diferentes. Cuando hay problemas de inestabilidad por pérdida de algún cromosoma, los univalentes son principalmente cromosomas de centeno (Briggle, 1969). Este fenómeno genético dificulta que en el triticale se pueda conseguir el grado de uniformidad varietal observado en el trigo, a la vez que facilita que en el triticale sea más frecuente la aparición de plantas fuera de tipo, en especial lo que dice relación con forma de la espiga y altura de planta.

Entre las variedades de triticale semitardías de hábito alternativo, que fueron creadas en INIA-Carillanca, se puede mencionar a Calbuco-INIA, Tolhuaca-INIA, y Lonquimay-INIA. Estas variedades fueron recomendadas para siembras efectuadas entre los meses de mayo y junio, en suelos de secano, y entre mayo y

agosto, en suelos de riego (Hewstone, 1990). El Cuadro 5.1 indica el rendimiento de estas tres variedades de triticale sembradas en distintas fechas y localidades. Se puede apreciar que hay un fuerte efecto genotípico, porque, en promedio, la variedad Lonquimay-INIA presentó un menor rendimiento (6,79 t/ha) que Tolhuaca-INIA (8,12 t/ha) y Calbuco-INIA (8,90 t/ha). También se aprecia la existencia de un efecto ambiental, puesto que la localidad de la Pampa (Región de Los Lagos) que tiene suelos de alta fertilidad natural y buenas condiciones físicas, permite que las variedades expresen mejor su capacidad productiva especialmente en la siembra de junio, en tanto que en Traiguén donde los suelos son de menor retención de humedad y menor fertilidad, se obtuvo un rendimiento más bajo.

CUADRO 5.1.

Rendimiento (t/ha) de variedades de triticale creadas en INIA-Carillanca.

Variedad	Año	Localidades y fechas de siembra				
		INIA Carillanca ¹		Traiguén ²	La Pampa ³	
		Mayo	Agosto	Mayo	Junio	Septiembre
Calbuco-INIA	1987	8,23	10,17	5,97	12,56	9,93
	1988	10,52	6,35	8,02	11,87	6,46
	1989	6,14	8,80	6,31 ⁴	11,94	10,22
Lonquimay-INIA	1987	6,04	7,68	5,42	8,73	7,25
	1988	8,02	5,81	7,00	8,37	5,61
	1989	6,58	7,81	4,59 ⁴	5,96	7,02
Tolhuaca-INIA	1987	7,85	8,86	5,75	11,17	8,91
	1988	9,56	6,76	8,25	10,15	8,15
	1989	5,34	7,87	4,25 ⁴	10,41	8,60
Promedio localidad		7,59	7,79	6,17	10,13	8,02

¹Campo Experimental INIA-Carillanca, Vilcún, Región de la Araucanía.

²Liceo Politécnico Suizo "La Providencia", Traiguén, Región de la Araucanía.

³Sub-estación Experimental INIA-La Pampa, Purranque, Región de los Lagos.

⁴Siembra en polvo. La primera lluvia ocurrió el 26 de mayo, y la primavera fue seca.

Fuente: Hewstone, 1990.

En el Cuadro 5.2 se comparan las tres variedades de triticale anteriores con respecto a dos variedades de trigo sembradas en suelos de riego y de seco. Se observa que el rendimiento de las variedades de trigo se afectó más que el de las variedades de triticale en la siembra de seco, lo que reafirma la propiedad de los triticales de ser más rústicos que los trigos. En ambas especies el peso del hectolitro fue mayor en las siembras de seco respecto a las de riego, en tanto que la altura disminuyó en igual porcentaje en ambas especies en las siembras de seco respecto a las siembras de riego.

CUADRO 5.2.		Comparación de las variedades de trigo Candela-INIA y Lancero-INIA con las variedades de triticale Tolhuaca-INIA, Calbuco-INIA y Lonquimay-INIA, en suelos de riego y de seco de la Región del Bío-Bío.		
Condición del suelo	Varietal de cereal	Rendimiento (t/ha)	Peso del hectolitro (kg/hL)	Altura de planta (cm)
Regado	Candela-INIA ¹	8,71	79,2	105
	Lancero-INIA ¹	7,80	78,8	101
	Promedio	8,25	79,0	103
	Tolhuaca-INIA ²	8,88	74,8	139
	Calbuco-INIA ²	8,68	68,7	138
	Lonquimay-INIA ²	8,67	73,5	126
	Promedio	8,74	72,3	134
	Secano	Candela-INIA	7,96	80,2
Lancero-INIA		7,24	81,4	90
Promedio		7,60	80,8	90
Tolhuaca-INIA		8,29	76,6	121
Calbuco-INIA		9,23	71,7	122
Lonquimay-INIA		7,86	76,4	107
Promedio		8,46	74,9	117

Fuente: Mellado *et al.*, 1993.
¹Varietal de trigo; ²Varietal de triticale.

La última variedad creada en INIA Carillanca se llama Peteroa-INIA. Esta variedad tiene un hábito de crecimiento alternativo tardío, con un período desde siembra a espigadura de unos 6 a 15 días más largo que el de las variedades Calbuco-INIA y Tolhuaca-INIA, respectivamente (Hewstone y Jobet, 2004a). Respecto a su capacidad productiva, en el Cuadro 5.3 se indica el rendimiento de grano en distintas localidades durante los años 2000 a 2002. Se observa que su rendimiento máximo se logró en la localidad de La Pampa (Región de Los Lagos) con 14,2 t/ha, mientras que el menor rendimiento se produjo cuando fue sembrada en época de primavera en el Campo Experimental INIA Carillanca (Región de La Araucanía), con 4,8 t/ha. Es interesante destacar el gran efecto que puede tener el ambiente sobre la expresión de rendimiento de una variedad. En este caso, entre la siembra de invierno de la variedad Peteroa-INIA en La Pampa y la siembra de primavera en el Campo Experimental INIA Carillanca, hay un diferencial de rendimiento de 9,4 t/ha, es decir, de 196%. Por ello se dice que un buen genotipo (variedad) colocado en un buen ambiente (localidad, suelo, manejo) hace posible la expresión máxima del rendimiento.

CUADRO 5.3.

Rendimiento de grano (t/ha) de la variedad de triticale Peteroa-INIA comparada con la variedad de triticale Calbuco-INIA en la Región de La Araucanía.

Año	Localidad	Época de siembra	Variedad	
			Peteroa-INIA	Calbuco-INIA
2000	INIA-Carillanca	Invierno	12,48	10,54
		Primavera	9,55	10,29
	Traiguén La Pampa	Invierno	9,47	10,28
		Invierno	14,19	13,06
		Primavera	11,55	12,48
2001	INIA-Carillanca	Invierno	7,12	8,45
		Primavera	4,83	6,30
	Traiguén La Pampa	Invierno	8,67 ¹	15,28
		Invierno	12,49	7,74
		Primavera	12,87	14,38
2002	INIA-Carillanca	Invierno	9,18	11,62
		Primavera	10,38	12,71
	Traiguén La Pampa	Invierno	12,12	12,69
		Invierno	9,85	9,14
		Primavera	6,52	10,19

Fuente: Hewstone y Jobet, 2004b.

¹Fallas en la densidad de plantas.

En la década de 1980, el Centro Experimental INIA-Quilamapu introdujo desde el CIMMYT una línea experimental que por selección dio origen a la variedad invernal Porcifén (Mellado, 1987), la cual se caracterizaba por ser muy inestable en cuanto a altura de planta y fertilidad de espigas (Foto 5.1). Esta variedad tuvo rendimiento regular durante los años en que fue cultivada debido a que su espiga tenía un raquis quebradizo, por lo que parte de la espiga se perdía antes de la trilla. Su altura sobrepasaba los 140

cm de altura y su peso del hectolitro oscilaba entre 74 y 77 kg/hL. Posteriormente en este mismo Centro Experimental también se creó la variedad de primavera, Aguacero-INIA, liberada en 2005 y actualmente vigente. Esta variedad que se caracteriza por su uniformidad en altura de planta y buena fertilidad de espigas (Foto 5.2) ha tenido gran aceptación por los agricultores debido a su elevado rendimiento y precocidad. Tiene un rendimiento sobresaliente, un índice de cosecha¹¹ promedio de 28,6%, un promedio de 49,1 granos/espiga y un peso de 1.000 granos de 45,5 g (Mellado *et al.*, 2005).

La variedad Aguacero-INIA se puede sembrar entre julio y agosto en siembras de riego, en el mes de mayo en suelos del secano interior, y entre junio y julio en el secano de precordillera.



Foto 5.1 Variedad de triticale Porcifén.



Foto 5.2. Variedad de triticale Aguacero-INIA.

¹¹Índice de cosecha: relación entre el peso del grano y el peso total de la planta sin considerar las raíces.

En los Cuadros 5.4 y 5.5 se indica el rendimiento de grano de la variedad Aguacero-INIA respecto a variedades de trigo en diferentes ambientes. Se puede observar que en todas las localidades la variedad de triticale produjo más grano comparado con las variedades de trigo Opala-INIA, Domo-INIA y Tamoi-INIA, de gran adaptación en los sitios de prueba indicados. A partir de los cuadros mencionados se desprende que como promedio general, el triticale Aguacero-INIA superó a las variedades de trigo en 35%, equivalente a 2,55 t/ha. En particular, en una condición de secano con sequía terminal, como es la localidad de Cauquenes, la variedad Aguacero-INIA sobrepasó a las variedades de trigo en 52%, correspondiente a 2,81 t/ha.

Rendimiento de grano	Localidades					Promedio
	Cauquenes	San Clemente	Chillán	Yungay	Los Ángeles	
Aguacero-INIA	8,23	9,59	10,66	9,46	9,67	9,52
Opala-INIA	4,86	6,44	8,14	5,62	6,96	6,40
Domo-INIA	5,92	8,85	8,11	7,26	6,25	7,28
Tamoi-INIA	5,49	8,22	8,21	6,14	6,17	6,85

*Valores promedio 40 observaciones.
Fuente: Mellado *et al.*, 2005.

CUADRO 5.5.

Rendimiento de grano (t/ha) del cultivar de triticale Aguacero-INIA, comparado con los cultivares de trigo Huayún-INIA, Domo-INIA y Dalcahue-INIA, en ensayos regionales efectuados en tres Campos Experimentales del INIA, durante 2002.

Rendimiento de grano	Campos Experimentales			Promedio
	La Platina	Quilamapu	Carillanca	
Aguacero-INIA	7,51	10,43	12,72	10,22
Huayún-INIA	9,08	8,10	7,44	8,20
Domo-INIA	7,53	8,17	8,38	8,03
Dalcahue-INIA	6,23	7,15	8,00	7,16

*Valores promedio de 12 observaciones.

Fuente: Mellado *et al.*, 2005.

En el Cuadro 5.6 se puede apreciar la plasticidad o poder de adaptación de la variedad Aguacero-INIA en diferentes ambientes, tomando como criterio de calificación la producción de grano. Se observa que su rendimiento en el secano interior de Cauquenes fue de 5,85 t/ha, lo que se considera excelente considerando las limitantes de suelo (suelos muy erosionados) y de disponibilidad de agua en la primavera. Por otra parte, en el secano húmedo de Temuco, donde las restricciones edáficas y de humedad del suelo son mínimas, el rendimiento fue de 12,01 t/ha.

CUADRO 5.6.		Rendimiento (t/ha) y peso del hectolitro (kg/hL) del triticale Aguacero-INIA sembrado en diferentes áreas de producción ¹ .		
Áreas de producción	Región	Localidad	Rendimiento (t/ha)	Peso hectolitro (kg/hL)
Secano costero	Del Libertador General Bernardo O'Higgins	Hidango	10,04	76,00
Secano interior	Maule	Cauquenes	5,85	79,40
Precordillera	Bío-Bío	Yungay	9,54	78,40
Valle regado	Bío-Bío	Chillán	11,14	80,10
Valle regado	Bío-Bío	Los Ángeles	10,91	81,00
Secano húmedo	La Araucanía	Temuco	12,01	79,80
Secano húmedo	Los Lagos	Purranque	11,00	75,30

¹Fuente: Matus *et al.*, 2007.

Una lista de las variedades de triticale creadas en Chile y algunas características se indican en el Cuadro 5.7. Se puede observar que existe una sola variedad de primavera, la cual está vigente comercialmente. Entre los triticales alternativos creados por INIA la única variedad vigente es Peteroa-INIA.

CUADRO 5.7.

Variedades de triticale creadas en Chile por INIA y Semillas Baer.

Nombre	Localidades			
	Hábito de desarrollo	Altura (cm)	Año liberación	Peso del hectolitro
Porcifén	Invernal	120-140	1987	73-78
Lonquimay-INIA	Alternativo	85-120	1985	72-78
Tolhuaca-INIA	Alternativo precoz	115-135	1990	71-79
Calbuco-INIA	Alternativo	90-155	1985	67-77
Peteroa-INIA	Alternativo tardío	95-110	2004	72-74
Aguacero-INIA	Primaveral	105-120	2005	78-81
Lonko-Baer	Alternativo	130-150	*	77-78
Toqui-Baer	Alternativo	*	*	*
Cacique-Baer	Alternativo	*	*	*

*Información no disponible.

6. MANEJO DEL CULTIVO

El triticale responde bien a un manejo similar al requerido por el trigo, pero al cultivarlo en diferentes ambientes, en general, se comporta mejor que el trigo bajo algunas condiciones de estreses abióticos¹². Tiene buen comportamiento en suelos arenosos caracterizados por baja fertilidad y escasa retención de agua, tanto en siembras de otoño como de primavera. En todo caso, al triticale se le destina menor cantidad de insumos, especialmente fertilizantes, que al trigo, considerando el menor precio del grano.

¹²Estreses abióticos: limitantes producidas al crecimiento y desarrollo de una planta, sin la intervención de organismos vivos.

6.1. Preparación de suelo

Las recomendaciones sobre preparación de suelo para sembrar trigo son totalmente aplicables al triticale, es decir, se puede sembrar sobre una cama de semillas preparada por el sistema convencional de aradura y rastrajes, por el sistema de labranza vertical (que no invierte el suelo y que contempla una labor de arado cincel y un par de labores con vibrocultivador), o bien se puede sembrar mediante el sistema de siembra directa, o cero labranza, es decir sin mover el suelo, excepto la hilera de siembra.

Aunque el grano de triticale es mayor que el de trigo, la cama de siembra debe permitir que la semilla quede depositada a una profundidad no mayor a 5 cm, y para esto es importante una cierta compactación del suelo, es decir, con una textura algo apretada y poco porosa. Respecto a profundidad de siembra, Díaz *et al.* (1977) estudiaron el efecto de tres profundidades (5,0; 7,5 y 10,0 cm) en el alargamiento del coleóptilo¹³, y en el porcentaje de emergencia de variedades de trigo y triticale. Estos autores determinaron que los genotipos no se diferenciaban, por género ni por especie, en su respuesta a las variables estudiadas, y en todos los casos las mayores profundidades de siembra permitieron la formación de coleóptilos en promedio más largos, pero redujeron el porcentaje de emergencia.

El mejor sistema de preparación de suelos, así como el calendario de ejecución de cada una de las labores, dependerá de la región agroecológica, de la susceptibilidad a erosión del suelo y de la rotación o cultivo anterior al triticale.

¹³Coleóptilo: estructura del embrión presente en vegetales y que protege la primera hoja durante la emergencia.

6.2. Dosis de semilla

La dosis de semilla recomendada en nuestro país varía entre 140 y 160 kg/ha en los triticales tardíos, y entre 180 y 200 kg/ha en los triticales de primavera. En Estados Unidos de Norteamérica Gibson *et al* (2008) determinaron que cuando una variedad de triticales se sembró como acompañante de una siembra de alfalfa, el mayor retorno económico para el triticales se consiguió sembrando 374 semillas viables por m² que produjeron 4,4 t/ha.

Dado que generalmente se recomienda realizar las siembras con máquina sembradora, se explicará brevemente cómo regular esta máquina para que deposite la cantidad adecuada de semilla. Suponiendo que se va sembrar una dosis de semilla de 150 kg/ha con una máquina de 11 discos separados a 17,5 cm (0,175 m) y cuyas ruedas tienen un perímetro de 3,77 m (3,1416 x 1,20 m de diámetro). La primera pregunta a responder es ¿Cuánto debe sembrar la máquina por cada vuelta completa de las ruedas? Para responder esta pregunta se multiplica el número de discos (11) por la separación de los discos (0,175 m) y por el avance con un giro de las ruedas (3,77 m). Se obtiene un resultado de 7,25725 m², el cual se multiplica por la dosis de semilla igual a 150.000 g/ha (150 kg/ha) y se divide por la superficie de la hectárea (10.000 m²). De esta manera se deduce que en cada giro completo de las ruedas de la máquina sembradora se deben sembrar 108 g.

Con este dato se regula la máquina en la siguiente forma. Se levanta la máquina de manera que gire libremente la rueda motriz, es decir la que mueve a los distribuidores de semilla. Se mueven los tubos por donde baja la semilla hacia la parte posterior de los discos, y en el extremo de los tubos se colocan bolsas de plástico. Se coloca la semilla de triticales en la tolva de la máquina y se hace girar la rueda motriz, la que previamente se ha marcado para facilitar el recuento del número de giros. Por ejemplo si se dan 50 giros completos, las 11

bolsas de plástico deben contener 5.400 g (108 g x 50). Si la cantidad obtenida es mayor de 5.400 g deben cerrarse los distribuidores, o a la inversa, hasta obtener la cantidad señalada. Lograda la regulación se vuelven los tubos distribuidores a su posición original y la máquina está en condiciones de usarse en la siembra.

6.3. Fertilización

El triticale es una especie que responde eficientemente a las aplicaciones de nutrientes, en particular, al nitrógeno y al fósforo, que son precisamente los elementos más limitantes en los suelos chilenos.

Las dosis a aplicar de estos elementos y de otros que sean necesarios, dependerán del tipo de suelo, de la rotación y de la condición de secano o riego del suelo. En todo caso, la fertilización será específica para cada caso y deberá determinarse, basándose en un análisis de suelo y en las expectativas de producción.

Es conveniente recordar que la cantidad de nutrientes que se debe aplicar al cultivo será la diferencia entre la demanda del cultivo y el suministro del suelo. Así por ejemplo, si una cosecha de triticale extrae 140 kg de nitrógeno a través de su grano y paja, y el suelo puede aportar 60 kg de nitrógeno por hectárea, entonces habrá que cubrir la diferencia de 80 kg mediante un fertilizante nitrogenado. Como la eficiencia nunca es 100% siempre habrá que aplicar algo más que la diferencia entre lo que extrae el cultivo y lo que aporta el suelo. En el ejemplo anterior, si la eficiencia de aplicación del fertilizante fuese 55%, sería necesario aplicar 145 kg/ha y no los 80 kg/ha indicados previamente.

Como norma general, se puede señalar que en un suelo franco limoso a franco arcilloso, la dosis mínima de fertilizante a aplicar al

triticale debe estar entre 120 unidades de nitrógeno y 80 unidades de P_2O_5 por hectárea. Además, el nitrógeno se debe aplicar parcializado (siembra y macolla), para una mayor eficiencia. Con el fin de aprovechar mejor el efecto de una buena fertilización se puede aplicar un regulador de crecimiento que disminuya la altura de la planta, para evitar la tendedura. En la Foto 6.1 se observa el efecto del regulador de crecimiento Medax Top que contiene 50 g/L de prohexadione calcio + 300 g/L de cloruro de mepiquat. El efecto sobre la altura del triticale Aguacero-INIA, que a continuación se indica, se consiguió aplicando el producto a inicios de encañado y en una dosis de 750 cm³/ha en 120 L de agua + 250 cm³/ha del surfactante Dash para aumentar la eficacia del regulador. Con esta dosis se logró bajar la altura de planta de 105 cm en el testigo sin regulador a 85 cm con regulador. Además con esta aplicación se produjo un aumento de rendimiento de 7% e incluso el peso del hectolitro subió en 2%.

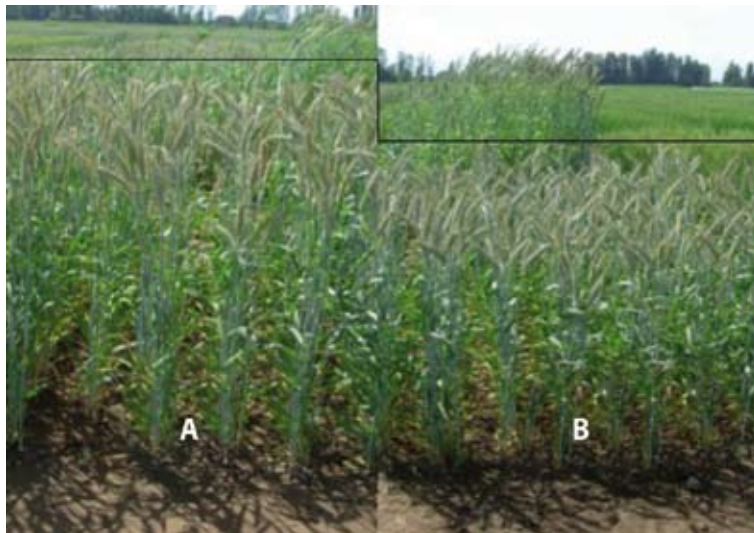


Foto 6.1. Efecto del regulador de crecimiento Medax Top sobre la altura de planta de la variedad de triticale Aguacero-INIA. A. Sin regulador; B. Con regulador de crecimiento.

En un experimento efectuado en la temporada 1979-1980 en el Valle del Yaqui, Sonora, México, se determinó un efecto significativo del nitrógeno para las variables rendimiento de grano y altura de planta, especialmente hasta los 150 kg N/ha (Cuadro 6.1). En este experimento la gran altura de planta fue un factor negativo en la variedad de triticale Beagle 1982, ya que se observó tendencia a partir de los 150 kg N/ha, situación que llevada a siembras comerciales, dificulta la cosecha, afecta la calidad del grano y generalmente disminuye el potencial de rendimiento.

Variable		Variedad	Dosis de nitrógeno (kg/ha)				
			0	75	150	225	300
Rendimiento, t/ha	Beagle	2,20	4,81	5,58	5,24	5,39	
	Yoreme	2,25	4,61	5,66	5,36	5,41	
	Cananea	2,49	4,64	5,98	6,01	5,51	
	Caborca	2,21	4,56	5,77	6,18	5,79	
Altura, cm	Beagle	94	118	124	123	124	
	Yoreme	77	99	101	102	100	
	Cananea	86	106	111	111	112	
	Caborca	73	97	104	105	102	

Fuente: Venegas, 1982.

Cuando el triticale se siembra para utilizarlo con doble propósito (forraje y grano), es muy importante aplicar unos 40-50 kg/ha de nitrógeno directamente utilizable por el cultivo (formas nítricas o amoniacales) después del corte o pastoreo para favorecer el rebrote o macollaje y de esta manera promover una buena cantidad de espigas por unidad de superficie. Esta es una recomendación muy importante con el fin de no dañar de manera significativa el rendimiento de grano.

6.4. Control de malezas

El triticale es una especie que muestra más rusticidad y una mayor capacidad natural de competencia de malezas que el trigo (Rojas y Nebreda, 1976). Además tiene un comportamiento similar al trigo en cuanto a su tolerancia a los herbicidas de uso corriente en este cereal. Por lo tanto, las malezas de hoja ancha, tales como arvejilla (*Vicia sativa* L.), correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), duraznillo (*Polygonum persicaria* L.), hierba azul (*Echium vulgare* L.), manzanillón (*Anthemis cotula* L.), pasto pinito (*Spergula arvensis* L.), rábano (*Raphanus* spp.), yuyo (*Brassica campestris* L.), vinagrillo (*Rumex acetosella* L.) y otras malezas de hoja ancha y gramíneas presentes en una sembradora de triticale se pueden controlar mediante aplicaciones de los productos comerciales recomendados en el Manual Fitosanitario 2006-2007 (IMPPA-SAG-AFIPA, 2006-2007). Este manual indica que para controlar malezas de hoja ancha en triticale existe registro de los productos comerciales: Ajax 50 WP (ingrediente activo: metsulfuron-metil) y Logran 75 WG (ingrediente activo: triasulfuron). Para controlar malezas gramíneas como avenilla (*Avena fatua* L.) y ballica (*Lolium multiflorum* Lam.), entre otras, los productos recomendados son: Cascabel 28 EC (ingrediente activo: diclofop-metil); Iloxán 28 EC (ingrediente activo: diclofop-metil); Iloxán Plus EC (ingrediente activo: diclofop-metil + fenoxaprop-etil), e Iloxán Plus EW (ingrediente activo: diclofop-metil + fenoxaprop-etil). El desarrollo que debe tener el cereal al momento de la aplicación de cada producto también se indica en el manual sanitario, pero en general las aplicaciones post emergencia se deben efectuar cuando el cereal tiene un crecimiento entre 5 hojas y previo al inicio de encañado, estado que se identifica por la manifestación del primer nudo

6.5. Fecha de siembra

Ha sido ampliamente demostrado, a nivel mundial, que la fecha de siembra se encuentra entre los factores que deciden en gran proporción el mayor o menor rendimiento de grano de los cereales, entre ellos el triticale, dado que la fecha de siembra está asociada a las horas de frío y calor y al largo del día en que la planta se desarrollará.

En EE.UU. los mayores rendimientos en triticales de invierno se lograron para fechas de siembra que acumularon entre 533 y 955 grados días crecimiento¹⁴ (GDC, base 0 °C) entre la siembra y el 31 de diciembre (Schwarte *et al.*, 2006). Por ejemplo una siembra efectuada en EE.UU. el 1 de octubre (otoño en el Hemisferio Norte) con una temperatura media diaria de 8 °C durante el período acumularía 736 °C hasta el 31 de diciembre.

En Chile las variedades de hábito alternativo como Calbuco-INIA y Lonquimay-INIA tienen una gran plasticidad en cuanto a fecha de siembra. Al respecto, estas variedades se han sembrado en invierno y primavera en la Región de Los Lagos con rendimientos elevados (Cuadro 6.2), aunque fueron muy superiores en las siembras de otoño como se observa en el caso de la variedad Calbuco-INIA.

¹⁴Grados Días Crecimiento (GDC): cantidad de calor acumulado, expresado en °C, sobre una temperatura base o umbral.

CUADRO 6.2.

Rendimiento de grano de las variedades de triticale Calbuco-INIA y Lonquimay-INIA sembradas en distintas fechas en la localidad de Purranque (Región de Los Lagos).

Siembras invernales			Siembras primaverales		
Fecha de siembra	Rendimiento (t/ha)		Fecha de siembra	Rendimiento (t/ha)	
	Calbuco	Lonquimay		Calbuco	Lonquimay
20 julio 1981	12,67	7,28	24 septiembre 1980	7,21	4,65
23 julio 1982	12,25	8,81	24 septiembre 1981	6,77	7,56
30 junio 1983	10,66	8,08	22 septiembre 1982	9,25	6,91
29 mayo 1984	12,01	9,46	7 septiembre 1983	8,26	9,70
-----	--	---	4 septiembre 1984	11,28	9,92

Fuente: Hewstone y Granger, 1985a; 1985b; 1985c.

Cuando aún tenían vigencia comercial, las variedades Calbuco-INIA y Lonquimay-INIA también se recomendaron en siembras de secano del Valle Central de la Región del Bío-Bío al Sur, en la zona de precordillera y en suelos de vega de la precordillera de la costa de la Región de La Araucanía.

6.6. Riego

Como se señaló previamente, la mayoría del triticale sembrado en Chile se establece en suelos de secano, situación que probablemente se mantendrá hacia el futuro porque actualmente los suelos de riego cuando se destinan a cultivos anuales se siembran con remolacha, maíz e incluso trigo, por ser rubros más rentables.

Considerando que las pocas siembras de triticale en suelos regados se efectúan en otoño, y que las variedades completan gran parte de su crecimiento y desarrollo antes de los períodos críticos de

falta de humedad, se considera suficiente un riego efectuado durante la emisión de las espigas. De esta forma este cultivo no competirá con otros por el agua, especialmente en años de sequía. Si no hubiese limitaciones de agua, y las condiciones climáticas lo exigieran, debería aplicarse un riego durante el encañado y otro en la espigadura.

6.7. Cosecha y almacenaje

Durante la cosecha debe tenerse presente que el grano de triticales es de mayor tamaño que el grano de trigo, por lo cual es necesario ajustar los mecanismos de trilla de la cosechadora a fin de no dañar el embrión, especialmente en sembreras destinadas a semilleros. En Chile la cosecha del triticales se efectúa durante los meses de enero y febrero, cuando el grano tiene 12-13% de humedad.

Considerando la poca superficie sembrada con esta especie, normalmente no hay problemas de capacidad de almacenamiento, puesto que toda la producción se consume durante el año, ya sea en alimentación animal o en molinería mezclado con trigo.

Sin embargo, por tratarse de un grano en general de textura suave, pudiera ser más fácilmente dañado por plagas en aquellos casos que sea almacenado en bodegas con presencia de algunos insectos como gorgojos y polillas. En todo caso es importante que la humedad del grano nunca sobrepase el 14%.

7. COMPORTAMIENTO FRENTE A ENFERMEDADES Y PLAGAS

Cuando el triticale se sembraba en pequeñas superficies, en diversas partes del mundo, no mostraba problemas de enfermedades; sin embargo, cuando el área de cultivo se extendió, muchas de las enfermedades propias del centeno del trigo también fueron detectadas en triticale. Particularmente este cereal es susceptible a enfermedades foliares como el escaldado (*Rhynchosporium secalis*), que fue determinado por primera vez en Chile en la variedad Porcifén el año 1990 (Madariaga y Mellado, 1992), y a enfermedades bacterianas causadas por *Xanthomonas* spp. y *Pseudomonas* spp. (Skovmand *et al.*, 1984).

Otras enfermedades que con frecuencia atacan a los triticales son las royas o polvillos (*Puccinia striiformis* y *Puccinia triticina*), las cuales están presentes en triticale en Chile desde comienzos de la década de 1990 (Tollenaar, 1982). Estas enfermedades atacan las hojas del cultivo; sin embargo, los agricultores no las controlan químicamente, ya que generalmente se mantienen en un bajo nivel por la resistencia genética efectiva que aún presentan las variedades.

Las variedades de triticale generalmente también presentan un cierto manchado de las hojas, especialmente en las hojas inferiores a la hoja bandera. Se ha determinado que el origen de estas manchas se debe a la acción de patógenos débiles (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.) que se desarrollan favorecidos por el polen que las espigas de triticale liberan en abundancia durante la floración. Se desconoce el impacto de esta sintomatología sobre la producción y calidad del grano. En cuanto a la presencia de cornezuelo (*Claviceps purpurea*), que es común en el centeno, en triticale no constituye un problema, dada su característica de autopolinización. Comparado con el trigo, el triticale es

notablemente menos sensible al oídio (*Blumeria graminis*) y a septoriosis foliar (*Septoria tritici*).

Respecto al ataque de carbones que dañan los granos, Zillinsky (1984) indica que el triticale raramente sufre infecciones de carbón hediondo (*Tilletia foetida*) o carbón volador (*Ustilago tritici*). En todo caso es útil indicar que el carbón hediondo se ubica en la superficie del grano por lo que en caso de presentarse es suficiente aplicar un fungicida de contacto; sin embargo, el carbón volador se sitúa en el embrión de la semilla por lo que sólo se puede controlar con un fungicida sistémico. Otra diferencia entre estos carbones es que cuando se presenta ataque de *T. foetida* la cosecha se contamina con un olor hediondo muy penetrante, lo que no ocurre con *U. tritici*.

El triticale es relativamente tolerante a las pudriciones radicales producidas principalmente por el hongo *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (mal del pie), tolerancia que proviene del centeno (uno de sus progenitores), el cual le transmitió la característica de un sistema radical robusto que le ayudaría a soportar mejor el daño del hongo. Esta característica le permite disponer de una superficie radical mayor, y producir una cantidad de grano significativamente más elevada que el de variedades de trigo cuando se siembran en un suelo con infección natural de mal del pie (Cuadro 7.1)

CUADRO 7.1.

Comportamiento frente a pudriciones radicales del cultivar de triticale Aguacero-INIA, en relación a trigos de primavera sembrados en un suelo trumao con infección natural de *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, Los Ángeles, Región del Bío-Bío. Temporada 2002-2003.

Variedad	Campo Experimental INIA-Humán		
	Severidad de pudrición radical (%) ³		Rendimiento de grano (t/ha)
	Fecha lectura: 12 nov. (espigadura)	Fecha lectura: 12 nov. (madurez cosecha)	
Tamoi-INIA ¹	45	65	1,57
Huayún-INIA ¹	35	60	2,10
Domo-INIA ¹	40	60	1,91
Ciko-INIA ¹	35	70	2,07
Opala-INIA ¹	30	70	1,63
Huañil-INIA ¹	25	60	2,72
Aguacero-INIA²	10	30	4,13

¹ Trigos de primavera.

² Triticale Aguacero.

³ Valores promedio de dos repeticiones

Fuente: Mellado et al., 2005.

Las pudriciones radicales, muchas veces, incluyen el daño de los hongos *Fusarium graminearum* y *Fusarium culmorum* que se ven favorecidos por el daño de nematodos en las raíces. Luego, la resistencia del triticale a los nematodos se traduce en menor severidad de fusariosis.

Los nematodos son patógenos endoparásitos que se alojan en las raíces de las plantas causándoles lesiones que disminuyen la capacidad de absorción de nutrientes. En Australia muchos agricultores siembran triticale en rotación con otros cultivos ya que este cereal reduce la presencia de nematodos como *Pratylenchus neglectus* y *P. thornei*, y principalmente *Heterodera avenae* (Cooper et al., 2004). Afortunadamente en Chile sólo hay

evidencia de la presencia del nematodo *Pratylenchus* spp. y nunca se ha detectado *H. avenae*.

Las plagas no son importantes en las siembras de triticale. Lo más común es la presencia de áfidos o pulgones, entre ellos, el pulgón verde pálido (*Metopolophium dirhodum* Walker), el pulgón verde de la espiga (*Sitobion avenae*), y principalmente el pulgón de la avena (*Rhopalosiphum padi*). Otro pulgón, de aparición más reciente, es el áfido ruso (*Diuraphis noxia*). Aunque estos pulgones producen daño directo al alimentarse de la planta e indirecto al transmitir virus, prácticamente no causan perjuicio económico, ya que en Chile han sido controlados biológicamente, de manera muy efectiva, y por lo que en general, no es necesario recomendar aplicaciones de insecticidas.

Debido a que el grano de triticale es más blando que el de trigo, es más propenso al daño por insectos en almacenaje, por lo que los cuidados deben ser mayores en cuanto a humedad del grano, limpieza y condiciones de aireación y control de humedad de las bodegas.

7.1. Control de enfermedades

Para el control de enfermedades se debe utilizar el concepto de manejo integrado que considera la resistencia genética, el manejo agronómico y el control químico. En este último caso el Manual Fitosanitario 2006-2007 (IMPPA-SAG-AFIPA. 2006-2007), menciona para triticale los siguientes productos para el control de enfermedades: Baytan 150 FS (ingrediente activo: triadimenol); Chambel (ingrediente activo: tebuconazole); Raxil 2% WS (ingrediente activo: tebuconazole); Stereo 312.5 EC (ingrediente activo: propiconazol + cyprodinil); Tacora Mas (ingrediente activo: tebuconazole y carbendazima), y Zenit 400 EC (ingrediente activo: propiconazol + fenpropidin).

La desinfección de semilla principalmente se destina a prevenir posibles ataques de carbones. El Manual Fitosanitario registra los siguientes productos: Baytan 150 FS (ingrediente activo: triadimenol); Chambel (ingrediente activo: tebuconazole), y Raxil 2% WS (ingrediente activo: tebuconazole).

En todos los casos la dosis de cada producto se indica en el Manual Fitosanitario y también se señala en la etiqueta de los envases de venta.

8. CALIDAD DEL GRANO Y USOS

La bibliografía indica que mayoritariamente el consumo del grano de triticale es interno en cada país que lo produce. Además, dependiendo de las características de las variedades, el triticale se puede usar en pastoreo, ensilaje, heno, grano para alimentación animal, como alimento humano y en usos industriales como la producción de bioetanol o alcohol etílico. Es necesario señalar que teniendo en vista la escasez de granos y su alto precio, en el caso de los cereales menores como el trigo, triticale y centeno, éstos se debieran usar en un 100% para consumo humano.

Las características físicas y químicas del grano de triticale ubican a este cereal en un lugar intermedio entre trigo y centeno, excepto en extracto etéreo (grasas) que presenta valores más bajos que sus progenitores (Cuadro 8.1).

Al comparar la concentración de cinco elementos químicos del grano de triticale y trigo se puede apreciar la similitud entre ellos (Cuadro 8.2).

CUADRO 8.1.

Composición aproximada del grano de triticale, trigo y centeno (base materia seca).

Cereal	Proteína (%) (N x 5,7)	Almidón (%)	Fibra cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Azúcares libres ¹ (%)	Ceniza (%)
Triticale de primavera	10,3-15,6	57-65	3,1-4,5	1,5-2,4	3,7-5,2	1,4-2,0
Triticale de invierno	10,2-13,5	53-63	2,3-3,0	1,1-1,9	4,3-7,6	1,8-2,9
Trigo de primavera	9,3-16,8	61-66	2,8-3,9	1,9-2,2	2,6-3,0	1,3-2,0
Trigo de invierno	11,0-12,8	58-62	3,0-3,1	1,6-1,7	2,6-3,3	1,7-1,8
Centeno de primavera	13,0-14,3	54,5	2,6	1,8	5,0	2,1

Fuente: Peña, 2004.

¹ Azúcares libres: corresponden a monosacáridos y disacáridos como la glucosa y sacarosa.**CUADRO 8.2.**

Comparación porcentual de la concentración de cinco elementos nutritivos del grano de la variedad de triticale de primavera Aguacero-INIA y de la variedad de trigo harinero Domo-INIA. Temporadas 2001-2002 y 2002-2003.

Elemento	Variedad	
	Aguacero ¹	Domo ¹
Nitrógeno	1,89	2,07
Fósforo	0,28	0,28
Calcio	0,03	0,04
Azufre	0,09	0,08
Carbono	44,65	44,59

¹Las cifras corresponden a valores promedio de dos temporadas en cinco localidades (Talca, Cauquenes, Chillán, Yungay, y Los Ángeles).Fuente: Mellado *et al.*, 2005. Análisis efectuado en el Laboratorio de Diagnóstico Nutricional Suelo y Plantas de INIA-Quilamapu.

El buen contenido de lisina del triticale, así como su adecuado balance de aminoácidos esenciales, lo hacen recomendable para reemplazar a otros cereales en alimentación humana y animal (Cuadro 8.3). Al mismo tiempo, la mejor calidad de la proteína

podría permitir un menor uso de ingredientes químicos artificiales que muchas veces se agregan para suplir las deficiencias de las materias primas que conforman las raciones. Además, usando un grano con buen balance de aminoácidos se pueden reducir las pérdidas de nitrógeno en los procesos de alimentación de ganado, colaborando por esta vía a disminuir la contaminación ambiental.

CUADRO 8.3.

Contenido de aminoácidos presentes en los granos de triticale variedad Aguacero-INIA y de trigo variedad harinero Domo-INIA.

Aminoácido	Contenido de aminoácidos (g/100 g de proteína)			
	Triticale ¹	Trigo ¹	Aguacero ²	Domo (Trigo) ²
Arginina	5,29	2,59	4,7	4,1
Fenilalanina	4,78	4,43	7,2	7,8
Histidina	2,53	3,16	2,3	3,1
Isoleucina	3,59	3,53	2,7	2,5
Leucina	6,82	6,12	10,3	7,2
Lisina	3,62	1,55	3,2	3,5
Metionina	1,79	1,41	1,1	0,1
Treonina	3,35	3,05	3,8	3,2
Valina	4,78	4,54	2,1	2,0

¹Fuente: NRC, 1988.

²Mellado *et al.* (2005). Análisis efectuados en el Departamento de Bromatología Nutricional y Dietética, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción.

8.1. Calidad panadera del triticale

El grano de triticale puede molerse para panificación usando los mismos métodos empleados para el trigo (Kolkunova *et al.*, 1983), teniendo presente que en general se trata de granos más blandos que los de trigo.

El grano de triticale y la harina constituyen una buena fuente de vitaminas y minerales (Lorenz *et al.*, 1974), y en general, desde el punto de vista de calidad, los triticales tienen mayor cantidad de lisina que las variedades de trigo, lo que es valioso por tratarse de un aminoácido esencial que el organismo no sintetiza. Por lo tanto se trata de un producto de gran interés para la alimentación humana, aunque otras características, tales como la textura del grano y a veces el llenado del grano, juegan en su contra durante la comercialización, puesto que los molinos saben que el rendimiento de harina es inferior al trigo. La extracción de harina del grano de triticale puede llegar a un promedio de 65% (Kohli, 1980), aunque es muy variable según la variedad, condiciones de manejo y cosecha.

Por ser un grano en general blando y que da una harina más suave que el trigo, se puede hacer pan mezclando la harina de ambos cereales, o usar la harina de triticale directamente en galletería. En el caso de usar harina pura de triticale se obtiene una masa débil debido al bajo contenido y poca fuerza del gluten, y al alto nivel de actividad de la enzima alfa amilasa (Amaya y Peña, 1991). Estos autores agregan que se puede fabricar un pan, con levadura, de buena calidad mezclando 60% de harina de trigo y 40% de harina de triticale. Sobre este punto indican que se logra un pan muy aceptable al usar una mezcla de harina constituida por 30 a 50% de harina de un buen triticale y el resto de harina de trigo de una calidad fuerte o de tipo corrector. Otros antecedentes indican que la harina de triticale se puede usar para elaboración de pan con levadura, siempre que se mezcle con alrededor de 30% de harina de trigo panificable (Varughese *et al.*, 1987).

Estudios sobre las propiedades reológicas de las masas de triticale efectuados por Lorenz y Welsh (1977) señalan que la harina de triticale, generalmente, tiene más baja absorción de agua, menor

tiempo de desarrollo de la masa y menor tiempo de tolerancia al mezclado que las masas de harina de trigo, lo que reafirma los conceptos anteriores en cuanto a que la harina de triticale por sí sola no es apta para panificación.

Otro factor que afecta la calidad de las masas de triticale es el contenido de pentosanas. Según Saini y Henry (1989) los triticales tienen un contenido de pentosanas¹⁵ total levemente más alto que el trigo, aunque mucho más bajo que el grano de centeno (Cuadro 8.4). Las pentosanas insolubles se relacionan con la elasticidad del pan fresco y dureza de la miga durante el almacenamiento (Martínez y Jiménez, 2001).

CUADRO 8.4.

Contenido de pentosanas en el grano y harina de triticale, trigo y centeno.

Cereal	Pentosanas del grano ¹		Harina ²		
	Total (%)	Soluble (%)	Pentosana soluble (%)	Ceniza (%)	Viscosidad ³
Triticale	7,60	1,82	0,05	0,70	1,39
Trigo	6,60	2,16	0,05	0,46	1,31
Centeno	12,20	3,89	2,40	0,97	3,15

¹Fuente: Saini y Henry, 1989.

²Fuente: Fengler y Marquardt, 1988.

³Valores relativos al agua. La viscosidad es la oposición de un fluido o líquido a las deformaciones tangenciales o de costado.

¹⁵Pentosanas: polisacáridos formados por la unión de pentosas, las cuales son monosacáridos que contienen cinco átomos de carbono, como por ejemplo la ribosa.

También se ha determinado que existen diferencias en la calidad de los distintos tipos de triticale. En este sentido, Mergoum *et al.* (2004) señalan que los triticales hexaploides carecen de los genes *Glu-D1* para calidad, y que los triticales completos llevan los genes para la proteína secalina en su endosperma (*Sec-1*, *Sec-2* y *Sec-3*) debido al genoma R del centeno, lo cual afecta negativamente la calidad panadera. Estos autores señalan que para mejorar la calidad de los triticales completos se le han transferido los *loci* favorables de alto peso molecular *Glu-A1*, *Glu-B1* y *Glu-D1* presentes en el trigo, con lo cual han impactado significativamente en la fuerza del gluten y la calidad panadera del triticale. Además, el trabajo de mejoramiento ha logrado reducir el alto nivel de la actividad enzimática de la alfa amilasa de los triticales, con lo que se han mejorado las propiedades panaderas de la masa (Trethowan *et al.*, 1994). Esto es de gran relevancia puesto que el triticale tiene tendencia a la germinación de precosecha y a producir elevados niveles de actividad de la enzima alfa amilasa. Por esta razón Peña (2004) señala que la germinación de precosecha es probablemente el factor más importante, relacionado con el grano, que limita el uso del triticale como alimento humano. En condiciones de lluvias de precosecha esta fuerte actividad de la enzima alfa amilasa significa un gran peligro para la calidad del grano cosechado, incluso aquel destinado al consumo animal. Sin duda que en nuestro país esta probabilidad aumenta en las siembras efectuadas entre la Región de Los Lagos y la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez Del Campo.

Desde el punto de vista bioquímico, la factibilidad de hacer pan de mejor o peor calidad depende de la cantidad y calidad de la proteína de almacenaje o de reserva que es la encargada de formar gluten. En este sentido cabe señalar que la cantidad de proteínas de almacenaje (insolubles en NaCl) del triticales es considerablemente más baja que la del trigo, y sólo una parte de ella forma gluten (Cuadro 8.5). Estas diferencias en la cantidad y composición de las proteínas de almacenaje es otro de los factores responsables por la calidad panadera inferior del triticales comparado con el trigo.

CUADRO 8.5.

Solubilidad de la proteína en cloruro de sodio (NaCl) 0,5 M¹ y contenido de proteína en el gluten de la harina de trigo, triticales y centeno.

Harina	Proteína ² soluble en NaCl (%)	Proteína ³ insoluble en NaCl (%)	Proteína en el gluten de la harina (%)	Diferencia ⁴ (%)
Trigo	17,7	78,2	78,5	-0,3
Triticale substituido	32,4	65,6	50,5	15,1
Triticale completo	32,5	64,2	46,4	17,8
Centeno	36,7	63,0	-	-

¹¿Qué es una disolución de NaCl 0,5 Molar? El peso molecular del NaCl es 58,454 g, por lo que medio mol serán 29,227 g. Si se disuelven 0,5 moles de soluto (NaCl) en 1000 mL de solvente, se tiene una concentración de ese soluto de 0,5 M (0,5 molar).

²Globulina; ³Gluten; ⁴Diferencia entre la proteína insoluble menos la proteína en el gluten de la harina.

Fuente: Peña (1996) citado por Peña (2004).

Las características de la harina de triticales hacen que el pan hecho con harina pura muestre deficiente viscoelasticidad, muy poco volumen y una miga compacta, lo que lo hace poco atractivo al consumidor. Sin embargo, las características del grano de triticales lo convierten en un producto adecuado para el cultivo por pequeños agricultores que siembran cereal para autoconsumo,

ya que al tener un grano blando se puede moler fácilmente en los molinos antiguos que todavía son numerosos en localidades alejadas de los centros industriales.

El Cuadro 8.6 señala otros datos referidos al peso del hectolitro, sedimentación, gluten y textura del grano de triticale comparado con el trigo.

CUADRO 8.6.		Valores promedio de algunas características panaderas del cultivar de triticale Aguacero-INIA, comparadas con los cultivares de trigo Domo-INIA y Opala-INIA.		
Características	Aguacero-INIA	Domo-INIA	Opala-INIA	
Peso hectolitro, kg/hL	80,1	82,3	84,8	
Sedimentación ¹ , cm ³	17,8	32,5	47,6	
Gluten húmedo ² , %	21,5	37,5	34,1	
Índice de dureza ³ , %	34,5	26,5	29,3	

Valores promedio de ensayos efectuados en Cauquenes, San Clemente, Chillán, Yungay y Los Ángeles durante los años 2001 y 2002.

¹17 a 26,9 cm³ = grano suave; 27 a 32,9 cm³ = grano intermedio, iguales o mayores a 33 cm³ = grano fuerte.

²Valores de 18 a 24,9 = grano suave; 25,0 a 29,9 = grano intermedio; igual o > 30 = grano fuerte.

³ < 20 = grano duro; 20-30 = grano semiduro; > 30 = grano suave.

Fuente: Mellado *et al.*, 2005.

La característica de sedimentación, que está directamente relacionada con la calidad de la proteína, es afectada fuertemente por el medio ambiente. A pesar de ello cuando se compara la calidad del trigo y triticale cosechado en diversos ambientes, el grano de triticale siempre es inferior al grano de trigo en esta característica (Cuadro 8.7).

CUADRO 8.7.

Sedimentación (cm³) de la harina de la variedad de triticale Aguacero-INIA comparada con la variedad de trigo de invierno Tukán-INIA y la variedad de trigo de primavera Domo-INIA, en seis localidades durante la temporada 2003-2004.

Variedades	Localidades						
	Cauquenes	Quilamapu Otoño	Quilamapu Primavera	Yungay	Humán	Carillanca	Promedio
Aguacero-INIA	21,4	6,6	6,6	9,9	13,2	6,6	10,7
Tukán-INIA	29,7	17,6	26,4	18,1	-	22,0	22,8
Domo-INIA	40,7	22,0	22,0	23,1	33,0	25,8	27,8

Fuente: Proyecto Trigo INIA-Quilamapu.

Existe una Norma Chilena Oficial sobre comercialización del trigo (INN, 2000) que permite clasificarlos en tres categorías según los valores de sedimentación:

Trigos fuertes: si tienen índices iguales o mayores a 33 cm³.

Trigos intermedios: si los valores varían entre 27 y 32,9 cm³.

Trigos suaves: cuando los valores varían entre 17 y 26,9 cm³.

Si esta escala se aplicara a los valores de sedimentación de la harina de triticale del Cuadro 8.6, la variedad Aguacero-INIA presentaría un grano suave en sólo una localidad, en tanto que en los otros sitios su grano quedaría fuera de la norma de comercio, es decir, no alcanzaría los requisitos mínimos. Es importante señalar esto, pues en este caso se trata de una variedad mejorada de muy buenas características agronómicas y prácticamente la única variedad de primavera que se cultiva en el país. Debido a ello es conveniente indicar que para triticale debiera existir una norma de comercialización propia.

Analizando otra característica de calidad del triticale como es el peso del hectolitro, en el Cuadro 8.8 se aprecia que las variedades

de triticales Antuco-INIA y Aguacero-INIA, aunque tienen un grano bien desarrollado, todavía son inferiores respecto a peso del hectolitro al compararlos con variedades de trigo, inferioridad que va en desmedro del rendimiento de harina.

CUADRO 8.8.

Peso del hectolitro (kg/hL) del grano de las variedades de triticales Antuco-INIA y Aguacero-INIA comparadas con las variedades de trigo Tukán-INIA y Domo-INIA, en seis localidades en la temporada 2003-2004.

Variedades	Localidades						
	Cauquenes	Quilamapu Otoño	Quilamapu Primavera	Yungay	Humán	Carillanca	Promedio
Antuco-INIA	78,62	75,76	75,33	78,45	77,90	79,14	77,53
Aguacero-INIA	78,25	78,90	78,36	76,19	80,09	78,02	78,30
Tukán-INIA	83,37	79,5	-	81,94	-	80,97	81,44
Domo-INIA	82,48	80,47	79,15	82,44	80,64	82,05	81,20

Fuente: Proyecto Trigo INIA-Quilamapu.

De toda la información indicada respecto a la calidad del grano para panificación, se desprende que las variedades actuales no pueden considerarse panaderas, y por tanto se debe buscar otra alternativa, es decir, mezclar la harina de triticales con harina de trigo fuerte para elaborar pan.

8.2. El triticales en alimentación animal

Debido a su buen contenido de lisina (alrededor de 20% más que el trigo), con un promedio de 3,4% de lisina en la proteína (Kohli, 1980), sumado al mejor balance de aminoácidos y a su grano más rico en fósforo que el grano de trigo, el triticales es adecuado para la alimentación de animales poligástricos como corderos y

bovinos, y especialmente de monogástricos como cerdos, aves y conejos cuyas necesidades de fósforo son considerables.

Belaid (1994) señala que en Argelia y Túnez la mayor parte del triticale se usa en alimentación animal, ya sea como forraje, grano, o ambos. En Australia el triticale es valorado como un grano palatable, altamente digestible para alimentación de cerdos, aves, ganado bovino, ovinos, ciervos y caballos (Van Barneveld, 2002, citado por Cooper *et al.*, 2004), lo que es importante porque al usar el triticale con este fin, queda más grano de trigo disponible para la exportación, para ser usado en la fabricación de pan.

En Argelia se efectuó un experimento durante 3 años en el cual se comparó el triticale respecto a otros cereales considerando varias características. Los resultados señalaron que el triticale produjo más forraje que el trigo, avena y cebada, pero en rendimiento de grano fue inferior al grano de trigo harinero. Este resultado junto a otras características del grano de triticale (Cuadro 8.9) lo hacen más aconsejable en alimentación animal que en alimentación humana.

CUADRO 8.9.

Altura de planta, rendimiento de grano y biomasa, relación paja/grano y producción de forraje de triticale comparado con otros cereales. Argelia. Temporadas 1998-1999, 1999-2000 y 2000-2001.

Cultivo	Características evaluadas				
	Altura de planta (cm)	Rendimiento grano (t/ha)	Biomasa (t/ha)	Relación paja/grano	Forraje MS (t/ha)
Trigo candeal	90	3,08	6,8	2,20	5,1
Trigo harinero	85	4,12	7,9	1,92	5,9
Cebada	105	3,67	8,6	2,34	6,8
Avena	125	3,80	9,5	2,50	8,3
Triticale	130	3,96	9,8	2,47	8,7

Fuente: Benbelkacem, 2004.

En un experimento efectuado por Jaikaran *et al.* (1998) que consistió en comparar cebada desnuda, maíz y triticale, se demostró que el triticale se comportó de manera similar a los otros granos durante todos los estados de desarrollo de los cerdos considerando la calidad de la carcasa¹⁶ y los parámetros de cocción.

Myer y Lozano (2004) señalan que aunque gran parte del triticale se usa como grano, también se emplea como forraje en pastoreo o como cultivo de doble propósito. Agregan que el grano se usa principalmente en alimentación de cerdos, pero también sirve para alimentar aves y animales rumiantes como vacunos y ovejas.

Diversos análisis bromatológicos efectuados en Chile han señalado que los valores de proteína y de energía del grano de triticale son similares a los del trigo, lo que permite afirmar que se puede usar en raciones para animales. Una publicación de National Research Council (NRC, 1988) indica que los valores de energía y proteína del triticale y cebada son muy similares. Al comparar el grano de maíz y de triticale, una diferencia importante es la falta de pigmentos (carotenoides y xantofila) del triticale. Por esta razón si al alimentar aves con este cereal se desea obtener huevos de yema amarilla-oscura y pollos parrilleros de piel amarilla, entonces se debe agregar a la dieta una fuente que proporcione dichos pigmentos, tal como gluten de maíz o alfalfa deshidratada molida (El Boushy y Raterink, 1992, citados por Myer y Lozano, 2004).

Por su parte, Sell *et al.* (1962) realizaron un ensayo de alimentación de pollos usando trigo y triticale. Estos investigadores encontraron que al usar raciones isoproteicas¹⁷ y reemplazando de 30 a 67% del trigo por triticale las ganancias de peso fueron similares a las obtenidas con la ración que tenía 67% de trigo.

¹⁶Carcasa: el peso de un animal sacrificado, despojado de la sangre, vísceras y piel.

¹⁷Raciones isoproteicas: raciones que aportan igual porcentaje de proteína.

Ya se ha mencionado que una ventaja importante del grano de triticale sobre el grano de trigo es su mayor contenido de aminoácidos. Al respecto, en el Cuadro 8.10 se comparan los niveles de aminoácidos del triticale, determinados cromatográficamente, con la composición promedio de un trigo duro de primavera, destacando la enorme superioridad de lisina del triticale sobre el trigo.

CUADRO 8.10.

Composición de aminoácidos (%) de la proteína de triticale comparada con un trigo duro de primavera promedio.

Aminoácido	Triticale	Trigo
Arginina	4,74	6,15
Glicina	3,78	6,92
Histidina	2,18	2,31
Isoleucina	3,73	4,62
Leucina	6,23	7,69
Lisina	6,07	3,84
Metionina	1,60	1,54
Fenilalanina	4,47	5,38
Treonina	2,50	3,08
Triptófano	1,17	1,54
Valina	4,26	4,62
Proteína (N x 6,25), %	18,42	14,18

Fuente: Sell *et al.*, 1962, citado por Hulse y Laing, 1974.

Se efectuó otro experimento de alimentación en pollos en que el triticale usado tenía un grano pobre en endosperma (grano chupado), y por ende un porcentaje elevado de proteína. La composición de aminoácidos de los granos determinada en un autoanalizador (equipo de laboratorio) se indica en el Cuadro 8.11, observando que el nivel de lisina es superior al de trigo, pero más bajo que el grano de centeno. Los porcentajes de proteína

del triticale, trigo y centeno eran de 16,75; 12,94 y 9,18%, respectivamente. Se determinó que usando dietas isoproteicas el trigo fue superior a los otros cereales, pero que no hubo diferencias entre triticale y centeno.

CUADRO 8.11.

Composición porcentual de aminoácidos del grano de triticale, trigo y centeno, calculada respecto a la proteína total (N x 6,25).

Aminoácido	Triticale	Trigo	Centeno
Ácido aspártico	7,1	5,1	7,2
Ácido glutámico	27,3	30,6	23,7
Alanina	3,8	3,4	4,4
Arginina	5,5	4,2	4,9
Cistina	1,8	1,9	1,7
Glicina	3,9	4,0	4,5
Histidina	2,2	2,3	2,3
Isoleucina	3,2	3,2	3,3
Leucina	6,0	6,2	5,9
Lisina	3,1	2,5	3,8
Fenilalanina	3,9	4,0	4,0
Metionina	4,5	4,8	2,9
Prolina	8,9	9,7	8,9
Serina	3,9	4,1	4,2
Treonina	3,1	3,0	3,7
Triptófano	1,7	2,0	2,2
Valina	2,9	2,8	2,3

Fuente: Bixler *et al.*, 1968 (citado por Hulse y Laing, 1974).

El Cuadro 8.12 indica un análisis bromatológico del grano de la variedad de triticale Aguacero-INIA y de la variedad de trigo Domo-INIA, apreciando que los componentes nutricionales de ambos cereales, son similares. Esta similitud en el valor alimenticio es útil cuando existe la necesidad de hacer mezclas de ambos granos, lo que podría ocurrir cuando hay menor disponibilidad de uno de ellos.

CUADRO 8.12.

Promedio de algunas características nutricionales del grano de la variedad de triticale Aguacero-INIA comparado con la variedad de trigo harinero Domo-INIA. Temporadas 2001-2002 y 2002-2003.

Característica	Variedad	
	Aguacero ¹	Domo ¹
Proteína del grano (N x 6,25)	12,9	13,9
Energía neta lactancia, Mcal/kg	2,04	2,06
Total nutrientes digestibles, %	87,8	88,7
Fibra detergente ácido, %	3,65	2,84
Energía metabolizable, Mcal/kg	3,46	3,51

¹Valores promedio del grano cosechado en cinco localidades, corregidos a 100% base materia seca.

Fuente: Mellado *et al.*, 2005.

El Cuadro 8.13 señala el análisis bromatológico de las variedades de triticale Antuco-INIA, Calbuco-INIA y Tolhuaca-INIA. En este cuadro no se aprecian mayores diferencias entre variedades en cuanto a composición química y valor nutritivo del grano. El alto valor energético y de nutrientes digestibles totales está dado principalmente por el elevado contenido de extracto no nitrogenado (carbohidratos) que es característico de los granos de cereales. Por el contrario, la incidencia del extracto etéreo (grasa total) del grano de triticale en el aporte energético es mínima, similar al grano de trigo o maíz, dado que sus valores son muy bajos comparado, por ejemplo, con el grano de soya que en promedio alcanza 19%. El contenido de fósforo es alto, aspecto valioso para la dieta de algunos animales que necesitan bastante de este nutriente, como ocurre con los cerdos.

CUADRO 8.13.

Calidad y valor nutritivo del grano de tres variedades de triticale cosechadas en la Región de La Araucanía, Chile.

Variables	Variedades		
	Antuco-INIA	Calbuco-INIA	Tolhuaca-INIA
Materia seca, %	87,5	87,0	87,5
Proteína total (N x 6,25), %	9,9	11,4	10,9
Proteína digestible, %	6,3	7,6	7,2
Digestibilidad de la proteína, %	63,6	66,6	66,1
Extracto etéreo, %	1,1	1,5	1,0
Fibra cruda, %	3,2	3,6	2,9
Cenizas, %	1,1	0,6	1,7
Calcio, %	0,04	0,04	0,04
Fósforo, %	0,30	0,30	0,30
Extracto no nitrogenado, %	82,7	82,9	83,5
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	3,21	3,18	3,25
Energía digestible, Mcal/kg MS	3,91	3,88	3,96
Total nutrientes digestibles	88,7	87,9	89,9

Fuente: M. Hiriart. Laboratorio Nutrición Animal, INIA-Carillanca.

Por otra parte se ha mencionado que las características genéticas de cada variedad influye de manera importante en la calidad del grano, pero también es posible apreciar la influencia del medio ambiente cuando los sitios son muy distintos o contrastantes. Los datos que se muestran a continuación corresponden a dos sitios diferentes de la Región de Los Lagos, en los cuales se estudió la composición química del grano de las variedades de triticale Calbuco-INIA y Lonquimay-INIA.

En el Cuadro 8.14 se observa que los valores de proteína, fibra cruda¹⁸ y energía metabolizable se ubican entre los rangos determinados en otros análisis, y que las cifras no son muy diferentes entre las variedades. Esto demuestra que el mejoramiento genético ha sido capaz de introducir en estas variedades las variables de calidad que convierten al triticale en un cereal adecuado para la alimentación animal.

CUADRO 8.14.

Análisis bromatológico de dos variedades de triticale sembradas en dos sectores de la Región de Los Lagos durante la temporada 1985-1986.

Variedad	Sector	Materia seca (%)	Proteína (%)	Fibra cruda (%)	Energía digestible (Mcal/kg MS)
Calbuco-INIA	Mulpulmo	86,3	11,2	3,3	2,98
Lonquimay-INIA	Mulpulmo	86,6	10,2	3,1	3,00
Calbuco-INIA	Riachuelo	89,1	10,6	3,5	3,12
Lonquimay-INIA	Riachuelo	89,7	12,2	--	3,10

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Estación Experimental INIA-Remehue.

Otros datos que indican la importancia de la genética en la calidad del grano son los informados por Hewstone y Jobet (2004b). Estos autores analizaron muestras de grano de la nueva variedad de triticale Peteroa-INIA y de la antigua variedad Calbuco-INIA. Estas variedades fueron sembradas en Traiguén (Región de La Araucanía) y en La Pampa (Región de Los Lagos) durante la temporada 2001-2002, y se pudo establecer que desde el punto de vista bromatológico, principalmente en el valor proteico, el grano de Peteroa-INIA es superior al de Calbuco-INIA (Cuadro 8.15). La implicancia de este avance en calidad radica en que se puede hacer una ración de mejor calidad con grano de Peteroa-INIA que con grano de Calbuco-INIA, pero con igual costo.

¹⁸La fibra cruda, desde el punto de vista químico biológico, es el residuo obtenido tras el tratamiento de los vegetales con ácidos y álcalis.

CUADRO 8.15.

Análisis bromatológico del grano de las variedades de triticale Peteroa-INIA y Calbuco-INIA efectuado en el Laboratorio de Bromatología INIA-Remehue.

Localidad	Variedad	Características evaluadas					
		MS (%)	Cenizas (%)	EM (Mcal/kg)	FDA (%)	EE (%)	Proteína (%)
Traiguén	Peteroa-INIA	89,1	2,35	3,04	7,57	2,24	15,4
	Calbuco-INIA	88,1	2,31	3,00	9,47	2,63	12,2
La Pampa	Peteroa-INIA	86,0	1,89	3,16	6,12	1,76	13,5
	Calbuco-INIA	85,8	2,17	3,08	7,78	1,82	11,8

MS: materia seca; EM: energía metabolizable; FDA: fibra detergente ácido; EE: extracto etéreo; Proteína = N x 6,25.

Fuente: Hewstone y Jobet, 2004b.

La información presentada en los cuadros anteriores sugiere que el grano de triticale se puede usar sin problemas en la alimentación animal, formando parte de los concentrados en porcentajes variables según el tipo y especie de animal. Algunas desventajas del grano de triticale cuando se destina a consumo humano dejan de serlo en alimentación animal. Esto ocurre al considerar los valores de gluten y beta glucanos¹⁹ (Salmon *et al.*, 2004).

Los trabajos de mejoramiento actuales han logrado variedades con grano bien desarrollado, conservando los niveles de aminoácidos que tenían los primeros triticales, pero con granos muy arrugados. Es así como Myer y Lozano (2004) señalan que los triticales modernos son más altos en proteína y aminoácidos esenciales que el grano de maíz, en particular en lisina, que es el aminoácido más limitante en las dietas de cerdos (Cuadro 8.16).

¹⁹Beta glucanos: forma natural de fibra dietética soluble que se encuentra en las paredes celulares del grano.

Estos autores indican que la lisina es importante no sólo en cerdos sino que en la mayoría de los animales no rumiantes de estómago simple. Esto se debe a que estos animales no requieren proteína *per se* o por sí misma. En lugar de ello necesitan niveles específicos de ciertos compuestos (aminoácidos) que forman las proteínas. Algunos de estos aminoácidos llamados esenciales deben estar presentes en la dieta de los cerdos para que ellos puedan crecer y desarrollarse bien. Es importante indicar que si una dieta es formulada para suministrar la cantidad correcta de lisina, entonces, generalmente los niveles de los otros aminoácidos esenciales serán adecuados. Por lo tanto, la concentración de lisina es una consideración importante al comparar granos de cereales. Respecto al grado de molienda, Myer y Lozano (2004) señalan que en el caso de triticale el grano debe quedar sólo fraccionado (sin que queden granos enteros), ya que cuando el grano se muele completamente absorbe muy fácilmente la humedad del aire y la propia saliva del cerdo, lo que se traduce en pérdida por calidad de producto y por ende menor consumo.

CUADRO 8.16.

Composición comparativa del grano de triticale, maíz y trigo.

Componente	Triticale	Maíz	Trigo ¹
Proteína cruda, %	12,0	8,5	11,5
Lisina, %	0,40	0,24	0,34
Fibra cruda, %	2,8	2,2	2,4
Fibra detergente ácido, %	12,7	9,6	11,0
Grasa cruda, %	1,8	3,8	1,8
Calcio, %	0,05	0,02	0,05
Fósforo, %	0,33	0,25	0,33
Energía metabolizable en cerdos, kcal/kg	3.200	3.350	3.350
Energía metabolizable en vacunos, kcal/kg	3.180	3.180	3.180
Energía metabolizable en aves, kcal/kg	3.200	3.400	3.210
Total nutrientes digeribles para rumiantes, %	79	80	79

¹Trigo rojo suave de invierno.

Fuente: Varios autores citados por Myer y Lozano (2004).

En el Cuadro 8.17 se indica una ración para cerdos que incluye triticale como fuente energética, harina de soya como fuente proteica, fosfato de calcio para aportar calcio y fósforo, sal común como fuente de sodio y algunas trazas de minerales suministrados por vitaminas. Se puede apreciar que los requerimientos de proteína, lisina, calcio y fósforo son más elevados en los cerdos nuevos. También se observa que los cerdos con un peso de 80 a 100 kg necesitan más energía metabolizable que los cerdos más jóvenes.

CUADRO 8.17.

Ejemplo de dietas para cerdos de distintos peso que incluyen grano de triticale.

Ingrediente	Desarrollo del cerdo (kg)		
	20 - 50	50 - 80	80 - 110
Grano de triticale entero, %	74,25	82,75	90,00
Harina de soya, %	22,50	15,00	8,00
Mezcla base			
Fosfato de calcio, %	1,25	0,75	0,625
Cal molida, %	1,00	1,00	0,875
Sal, %	0,50	0,25	0,250
Vitaminas (trazas de minerales premezclados)	0,50	0,25	0,250
Total	100,00	100,00	100,000
Composición calculada			
Proteína cruda, %	18,8	16,5	14,4
Lisina, %	0,96	0,77	0,60
Calcio, %	0,75	0,62	0,55
Fósforo, %	0,64	0,53	0,48
Energía metabolizable, kcal/kg	3.150	3.170	3.200

Fuente: Myer y Burnett (1984), citados por Myer y Lozano, 2004.

Respecto al rol de algunos factores antinutricionales, como polisacáridos no almidonosos (pentosanas), parece que su efecto negativo no es importante en la alimentación de ganado con triticale, excepto en el caso de las aves que son más sensibles (NRC, 1989). Las pentosanas también están presentes en trigo y centeno e interfieren con la digestión y absorción de varios nutrientes (Pettersson y Aman, 1988).

Además de su uso como grano, el triticale puede ser consumido como forraje ya que sus contenidos de proteína y energía metabolizable son similares a otros cereales. Los rendimientos tanto en verde como en ensilaje pueden superar a los del trigo, centeno, avena o cebada. Sin embargo, hay que considerar que no todas las variedades son buenas forrajeras. En este sentido, los triticales tardíos son los más adecuados para el aprovechamiento forrajero, ya sea como ensilaje o pastoreo, porque desarrollan una mayor cantidad de biomasa.

Al pensar en el triticale como forraje se debe tener presente que el objetivo básico de un plan de pastoreo es suministrar forraje a través del año para reducir los costos de almacenaje y compra de alimentos concentrados.

El triticale también puede sembrarse como cultivo de doble propósito para obtener forraje y grano. Esto se demostró en la zona sur de Chile, donde Beratto y Romero (1977) determinaron que el triticale presentó igual índice de eficiencia foliar que la avena y que fue superior al trigo, cebada y centeno. Además su valor de proteína fue el más alto del ensayo debido a que presentó una mayor persistencia de hojas verdes, especialmente al final del período. Por otra parte, para la zona central de Chile, Zuleta *et al.* (1978) concluyeron que el rendimiento de materia verde, materia seca y digestibilidad de la materia seca al primer corte fueron

significativamente mayores que los valores presentados por la avena y centeno. Con respecto a la calidad química del triticale en relación al momento de corte, Rojas *et al.* (2004) en experimentos efectuados en la Región de La Araucanía, determinaron que el momento de corte más adecuado en la variedad Tolhuaca-INIA para confeccionar un ensilaje de calidad correspondió al estado de anthesis o el estado 11.2 de la escala de Feekes (Large, 1954), cuando el triticale tiene 29,5% de materia seca (MS), 70,6% de digestibilidad in vitro, 7,6% de proteína cruda y 2,46 Mcal de energía metabolizable por kilogramo.

En el caso de pastoreo directo, Saroff *et al.* (2003) señalan que para una utilización eficiente de triticale se deberían regular los períodos de descanso entre pastoreos, para cada carga animal empleada, tratando de maximizar el potencial de rendimiento, evitando las pérdidas de tejido vegetal por senescencia. Aunque la mayoría de los triticales son barbados, Gibson (2002) citado por Salmon *et al.* (2004) señala que se han liberado variedades míticas, lo que aumentará el interés por el triticale como planta forrajera.

La composición promedio del forraje de algunos triticales se indica en el Cuadro 8.18. Se aprecia que el forraje fresco tiene sólo 20% de materia seca, lo que encarece mucho el traslado cuando el lugar de consumo está alejado del sitio de cosecha. No ocurre lo mismo con el heno que contiene casi 90% de materia seca. Sin embargo, se puede observar que el forraje fresco es rico en proteína y tiene más energía metabolizable que el ensilaje y que el heno.

CUADRO 8.18.

Composición promedio del forraje de triticale.

Componente	Forraje fresco	Ensilaje ¹	Heno ¹
Proteína cruda, %	12,0	8,5	11,5
Lisina, %	0,40	0,24	0,34
Materia seca, %	20	35	89
Proteína cruda, % base MS	20	12	8
Fibra detergente ácido, % base MS	30	35	40
Fibra detergente neutro, % base MS	50	60	70
Calcio, % base MS	0,4	0,4	0,2
Fósforo, % base MS	0,3	0,3	0,2
TNT ² para rumiantes, % base MS	70 ⁴	60	55
EM ³ en ganado de carne, kcal/kg MS	2.500 ⁴	2.200	2.000

¹Estado de desarrollo lechoso; ²TNT: total de nutrientes digestibles; ³EM: energía metabolizable; ⁴Valor aproximado.

Fuente: Varios autores citados por Myer y Lozano, 2004

De la información presentada sobre el triticale destinado a alimentación animal se desprende que este cereal es una buena alternativa para usarlo en raciones de concentrados, ensilaje o forraje verde. Se debe agregar que la planta de triticale en general está constituida por tejidos (tallos, hojas, grano) relativamente sanos lo que hace que su consumo sea saludable.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, A., and R. Peña. 1991.** Triticale industrial quality improvement at CIMMYT: past, present and future. *In Proc. 2nd Int. Triticale Symp., Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. 1-5 oct. 1990.* p. 412-421. CIMMYT, México, DF, México.
- Ammar, K., M. Mergoum, and S. Rajaram. 2004.** The history and evolution of triticale. p. 1-9. *In M. Mergoum and H. Gómez-MacPherson (eds.) Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.*
- Barriga, P., P. Seemann, y R. Fuentes. 1979.** Comparación del comportamiento de genotipos de triticale (X *Triticosecale* Wittmack) y trigo (*Triticum aestivum* L.) en Valdivia. Chile. *Agrosur 7:66-74.*
- Belaid, A. 1994.** Nutritive and economic value of triticale as feed grain for poultry. CIMMYT Economics Working Paper 94-01. México, D.F., México.
- Benbelkacem, A. 2004.** Triticale in Algeria. p. 81-85 *In M. Mergoum and H. Gómez-MacPherson (eds.) Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.*
- Bennett, D, and J. Kaltsikes. 1973.** The duration of meiosis in a diploid rye, a tetraploid wheat, and a hexaploid triticale derived from them. *Canadian Journal of Genetics and Cytology 15:671-679.*
- Beratto, E., y O. Romero. 1977.** Estudios preliminares sobre producción, distribución y composición química de la materia seca de triticales comparados con otros cereales. *In C. Hewstone (ed). Estudios preliminares de triticales en la zona sur de Chile. INIA. Publ. Misc. Nº5. p. 22-29. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile.*

- Briggle, L. 1969.** Triticale-A review. *Crop Science* 9:197-202.
- Cooper, K., R. Jessop, and N. Darvey. 2004.** Triticale in Australia. *In* M. Mergoum and H. Gómez-MacPherson (eds.) Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Díaz, M., P. Parodi, e I. Nebreda. 1977.** Largo del coleoptilo, porcentaje de emergencia e índice de emergencia en trigo (*Triticum aestivum* L, y *Triticum durum* Desf.) y triticale (X *Triticosecale* W.) bajo niveles de profundidad de siembra y temperatura. *Ciencia e Investigación Agraria* 4:15-20.
- Fengler, A., and R. Marquardt. 1988.** Water-soluble pentosans from rye. II. Effects on rate of dialysis and on retention of nutrients by the chick. *Cereal Chemistry* 65:298-302.
- Fohner, G., and A. Hernández. 2004.** Triticale marketing: strategies for matching crop capabilities to user needs. *In* M. Mergoum and H. Gómez-MacPherson (eds.) Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Gibson, L., J. Singer, R. Vos, and B. Blaser. 2008.** Optimum stand density of spring triticale for grain yield and alfalfa establishment. *Agronomy Journal* 100:911-916.
- Giunta, F., R. Motzo, and M. Deidda. 1999.** Grain yield analysis of a triticale (X *Triticosecale* Wittmack) collection grown in a Mediterranean environment. *Field Crop Research* 63:199-210.
- Gustafson, P., and D. Bennett. 1976.** Preferential selection for wheat-rye substitutions in 42-chromosome triticale. *Crop Science* 16:688-693.
- Hewstone, C. 1986.** Avances en el mejoramiento de triticales para la zona sur de Chile. *Simiente* 56(3-4):139-145.

- Hewstone, C. 1990.** Triticale investigations in Chile. p. 586-592. *In* Proceedings of the Second International Triticale Symposium, Paso Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. 1-5 October 1990. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Mexico, D.F., México.
- Hewstone, C., J. Acevedo, y M. Clarke. 1977.** Comportamiento de triticales bajo condiciones extremas de humedad en la zona sur. p. 26-29. *In* C. Hewstone (ed.) Estudios preliminares de triticales en la zona sur de Chile. INIA Publ. Misc. 5. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile.
- Hewstone, C., y D. Granger. 1985a.** Nuevas variedades de trigo y triticales de la Estación Experimental Carillanca en multiplicación 1985. Publ. Misc. 19. 31 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile
- Hewstone, C., y D. Granger. 1985b.** Calbuco-INIA, Triticale de alto rendimiento para la zona sur de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 45:63-64.
- Hewstone, C., y D. Granger. 1985c.** Lonquimay-INIA, Triticale para la zona sur de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 45:65-66.
- Hewstone, C., y C. Jobet. 2004a.** Peteroa-INIA: Una nueva variedad de triticales. Agricultura Técnica (Chile) 64:305-308.
- Hewstone, C., y C. Jobet. 2004b.** Peteroa-INIA, nuevo triticales alternativo. Tierra Adentro N° 56. p. 46-47.
- Hulse, J., and E. Laing. 1974.** Nutritive value of triticales protein (and the proteins of wheat and rye). International Development Research Centre, Ottawa, Canadá.
- IMPPA-SAG-AFIPA. 2006-2007.** Manual Fitosanitario 2006-2007. 1160 p. Importadores de Productos Fitosanitarios para la Agricultura A.G. (IMPPA) - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) - Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A.G. (AFIPA), Santiago, Chile.

- INE. 1997.** VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados Preliminares. 214 p. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- INN. 2000. Norma Chilena Oficial Nº 1237 Of 2000.** Trigo Harinero-Requisitos. 16 p. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- Jaikaran, R., W. Robertson, M. Salmon, F. Aherne, and D. Hickling. 1998.** Comparison of live performance of market pigs fed triticale, maize or hulless barley based diets. p. 185-195. *In* P. Juskiw (ed.) Proc. 4th International Triticale Symposium, Red Deer, Alberta, Canadá. 26-31 July 1998. Vol. 1. International Triticale Association.
- Kohli, M. 1980.** Métodos de mejoramiento genético de triticale. Actas IV Congreso Latinoamericano de Genética. Vol. 2. p. 279-290. México.
- Kolkunova, G., M. Maksimchuk, M. Moslova, and I. Vendernikova. 1983.** Processing triticale into flour. p. 415-418. *In* 7th Cereal and Bread Congress, Prague, Czechoslovakia. Elsevier Scientific, Amsterdam, The Netherlands.
- Large, E.C. 1954.** Growth stages in cereals. Illustration of the feekes scale. *Plant Pathology* 3:128-129.
- Larter, F., N. Shebeski, R. McGinnis, L. Evans, y P. Kaltsikes. 1970.** Rosner, a hexaploid Triticale cultivar. *Canadian Journal of Plant Science* 50:122-124.
- Lorenz, K., F. Reuter, and C. Sizer. 1974.** The mineral composition of triticales and triticale milling fractions by X-ray fluorescence and atomic absorption. *Cereal Chemistry* 51:534.
- Lorenz, K., and J. Welsh. 1977.** Agronomic and baking performance of semi-dwarf triticales. *Cereal Chemistry* 54:1049-1056.
- Lukaszewski, A. 2006.** Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale. *Crop Science* 46:2183-2194.

- Madariaga, R, y M. Mellado. 1992.** El escaldado del triticale en Chile. *Agricultura Técnica* (Chile) 52:225-228.
- Martínez, M., y T. Jiménez. 2001.** Amilasas y hemicelulasas en panadería. Subproductos de degradación y relación potencial con la funcionalidad. *Ciencia y Tecnología de Alimentos Internacional* 7(1):5-14. Resumen. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=744860> (Leído 7 abril 2008).
- Matus, I., R. Madariaga, y C. Jobet. 2007.** Triticale de primavera Aguacero-INIA. Comportamiento en diferentes zonas agroecológicas. *Tierra Adentro* N° 74. p. 18-20.
- Mayorga, J. 1971.** Triticale en Chile. *Simiente* 41(3-4):52-53.
- Mellado, M. 1987.** Porcifén, cultivar de triticale invernial para la zona centro sur de Chile. *Agricultura Técnica* (Chile) 47:63-64.
- Mellado, M., A. Castro, y M. Ponce. 1993.** Comparación de triticales con variedades de trigo en suelos de riego y de seco. *IPA Quilmapu* N° 56. p. 33-35.
- Mellado, M., R. Madariaga, e I. Matus. 2005.** Aguacero-INIA, nuevo cultivar de triticale de primavera para Chile. *Agricultura Técnica* (Chile) 65:90-95.
- Mellado, M., e I. Matus. 1993.** Comparación de trigos y triticales en condiciones de déficit hídrico del suelo. *Simiente* 63:191-198.
- Mergoum, M., W. Pfeiffer, R. Peña, K. Ammar, and S. Rajaram. 2004.** Triticale crop improvement: the CIMMYT programme. p. 87-95. *In* Rajaram, S., and G. Hettel (eds.) *Wheat breeding at CIMMYT: commemorating 50 years of research in Mexico for global wheat improvement*. *Wheat Special Report* N° 29. CIMMYT, México, D.F.
- Myer, R., and A. Lozano. 2004.** Triticale as animal feed. p. 49-58. *In* Mergoum, M., and H. Gómez-MacPherson (eds.) *Triticale improvement and production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.

- NRC. 1989.** Triticale: a promising addition to the world's cereal grains. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- NRC. 1988.** Nutrient requirements of dairy cattle. p. 89-109. National Research Council (NRC), National Academy Press, Washington D.C., USA.
- Parodi, P., e I. Nebreda. 1982.** Seis años de investigación en triticale (*X Triticosecale* Wittmack) en Chile. Ciencia e Investigación Agraria 9(1):15-25.
- Peña, R. 2004.** Food uses of triticale. p. 37-48 *In* Mergoum, M., and H. Gómez-MacPherson (eds.) Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Petterson, D., and P. Aman. 1988.** Effects of enzyme supplementation of diets based on wheat, rye or triticale on their productive value for broiler chickens. Animal Feed Science and Technology 20:313.
- Pfeiffer, W. 1995.** Triticale breeding at CIMMYT. p. 87-95. *In* Rajaram, S., and G. Hettel (eds.) Wheat breeding at CIMMYT: commemorating 50 years of research in Mexico for global wheat improvement. Wheat Special Report N° 29. CIMMYT, México, D.F., México.
- Rojas, C., A. Catrileo, M. Manríquez, y F. Calabí. 2004.** Evaluación de la época de corte de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) para ensilaje. Agricultura Técnica (Chile) 64:34-40.
- Rojas, G., e I. Nebreda. 1976.** Período de competencia de malezas y su control químico en triticale (Triticale hexaploide Larter). Ciencia e Investigación Agraria 3:99-105.
- Saini, H., y R. Henry. 1989.** Fractionation and evaluation of triticale pentosans: comparisons with wheat and rye. Cereal Chemistry 66:11-14.

- Salmon, D., M. Mergoum, and H. Gómez MacPherson. 2004.** Triticale production and management. p. 27-36 *In* Mergoum, M., and H. Gómez-MacPherson (eds.) Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Saroff, C., H. Pagliaricci, y V. Ferreira. 2003.** Efecto de la defoliación sobre la dinámica del crecimiento de triticale. *Agricultura Técnica (Chile)* 63:266-276.
- Schwarte, A., L. Gibson., D. Karlen, P. Dixon, M. Liebman, and J. Jannink. 2006.** Planting date effects on winter triticale grain yield and yields components. *Crop Science* 46:1218-1224.
- Sell, J., C. Hodgson, and H. Shebeski. 1962.** triticale as a potential component of chick rations. *Canadian Journal of Animal Science* 42:158-166.
- Skovmand, B., P. Fox, and L. Villareal. 1984.** Triticale in commercial agriculture: progress and promise. *Advances in Agronomy* 37:1-45.
- Tollenaar, H. 1982.** Algunas enfermedades de plantas observadas en el país, que no están incluidas en Flora Fungosa Chilena. *Agricultura Técnica (Chile)* 42:355-357.
- Trethowan, R., R. Peña, and W. Pfeiffer. 1994.** Evaluation of preharvest sprouting in triticale compared with wheat and rye using a line source grain gradient. *Australian Journal of Agricultural Research* 45:65.
- Varughese, G., T. Barker, y E. Saari. 1987.** Triticale. 32 p. CIMMYT, México, D.F., México.
- Varughese, G., W. Pfeiffer, and R. Peña. 1996.** Triticale (Part 2): a successful alternative crop. *Cereal Food World* 41:635-645.
- Venegas, C. 1982.** Comportamiento de especies y variedades de cereales bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada. *Simiente* 52:61-67.

Zuleta, R., P. Parodi, I. Nebreda, y R. Cañas. 1978. Rendimiento forrajero y digestibilidad de triticale, X Triticosecale Wittmack, en la zona central de Chile. Ciencia e Investigación Agraria 5:3-15.

Zillinsky, F. 1974. The development of triticale. Advances in Agronomy 26:315-348.

10. GLOSARIO

Análisis bromatológico: Determina la calidad de los alimentos y forrajes para el ganado, mediante su evaluación de la materia seca, cenizas, grasas, fibra, proteína, el calcio y el fósforo. Con esta información se puede planificar el suplemento de sales y minerales.

Avance genético: Es el incremento en el valor de una característica con respecto al tiempo, por el efecto de los genes. Por ejemplo podría ser el aumento en la capacidad de rendimiento de las variedades de triticale en un determinado número de años.

Cromatografía: Técnicas que permiten separar los distintos componentes de una mezcla y en algunos casos identificar los constituyente de la mezcla.

Cromosomas: Estructuras que contienen la información genética (genes) y que en número característico para cada especie se encuentran en el núcleo de las células. Por ejemplo, el centeno diploide tiene 14 cromosomas.

Cultivo de embriones: El cultivo de embriones implica el aislamiento de un embrión y su germinación *in vitro*, con el fin de obtener una planta viable, pudiendo tener varias utilidades como el acortamiento del ciclo de mejora, prevención de aborto embrionario, superación de la incompatibilidad, producción de haploides, entre otros.

Embrión vegetal: Es la parte viva de la semilla, que dará origen a la nueva planta, si se dan las condiciones necesarias.

Endosperma: Es el tejido de reserva alimenticia de algunas semillas como el triticale.

Energía bruta: Corresponde al calor generado por una muestra de alimento durante su combustión y equivale al 100% de su energía. Se mide en un calorímetro, se expresa en Mcal/kg MS.

Energía digestible: Se mide en el animal. Es la diferencia entre la energía bruta menos la energía perdida en las fecas. Según el alimento, representa aproximadamente entre 60 y 90% de la energía bruta.

Energía metabolizable: Cantidad de energía absorbida por un animal durante la digestión de un alimento menos la energía que se pierde en las fecas y orina, y por el gas metano.

Energía neta: Cantidad de energía que aprovecha el animal y corresponde a la energía metabolizable menos el incremento calórico interno.

Estabilidad: Una variedad de centeno, o de otra especie, se define como estable si su rango de respuesta no varía o cambia muy poco a través de los ambientes donde se cultive.

Fibra Detergente Ácido (FDA): Corresponde a los componentes celulares que no se disuelven en ácidos, como por ejemplo: hemicelulosa, celulosa, lignina. Se usa como indicador para obtener la energía metabolizable. Mayor cantidad de FDA significa menor energía metabolizable.

Poliploides: Organismos que tienen tres o más juegos haploides de cromosomas en sus células somáticas.

Proteína: Sustancia orgánica constituida por varios aminoácidos y que contienen C, H, O, N, y a veces S y P.

Rusticidad: Es un término que se emplea para indicar la mayor o menor capacidad de adaptación a distintas condiciones de suelo, clima y problemas de manejo a que se pueda ver enfrentada una variedad. Así, una variedad rustica no se afectará tanto su rendimiento en caso de un manejo menos eficiente o de condiciones ambientales extremas.

Estrés abiótico: Son limitaciones impuestas al desarrollo de una planta por agentes no vivos, tales como deficiencias nutricionales, bajas y altas temperaturas, sequía y salinidad.

Total de Nutrientes Digestibles (TND): Es la sumatoria de carbohidratos + proteínas + grasas.