

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOCE VARIEDADES DE
TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE HABITO DE DESARROLLO
PRIMAVERAL, EN RELACION AL RENDIMIENTO Y CALIDAD, EN
EL VALLE CENTRAL DE LA NOVENA REGIÓN.**

Tesis de grado presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

JAIME MARCELO ANDRES GARRRIDO RAMOS

TEMUCO – CHILE

2007

COMPORTAMIENTO DE DOCE VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)
DE HABITO DE DESARROLLO PRIMAVERAL, EN RELACION AL
RENDIMIENTO Y CALIDAD, EN EL VALLE CENTRAL DE LA NOVENA REGIÓN.

Modalidad : Tesis de grado

PROFESOR GUIA : JUAN CARLOS GARCIA DIEZ
INGENIERO AGRONOMO
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA

PROFESOR CONSEJERO : RODOLFO PIHAN SORIANO
INGENIERO AGRONOMO
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Calificación:

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PAGINA
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	2
2.1	Generalidades del cultivo	2
2.2	Definición de variedad o cultivar	3
2.3	Cultivares primaverales	4
2.4	Cultivares primaverales en Chile	5
2.5	Rendimiento	6
2.5.1	Componentes de rendimiento	6
2.5.2	Cultivares primaverales y rendimiento	7
2.6	Calidad	8
3	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1	Ubicación del ensayo	12
3.2	Clima	12
3.3	Suelo	12
3.4	Cultivares	13
3.5	Establecimiento y manejo del cultivo	13
3.5.1	Precultivo	13
3.5.2	Siembra	13
3.5.3	Fertilización	13
3.5.4	Manejo Fitosanitario	13
3.6	Observaciones y mediciones	14
3.6.1	Altura de plantas	14
3.6.2	Rendimiento	14
3.6.3	Peso de grano	14
3.6.4	Peso hectolitro	14
3.6.5	Índice de cosecha	14
3.7	Diseño experimental	15

3.8	Análisis estadístico	15
4	RESULTADOS Y DISCUSION	16
4.1	Análisis estadístico	16
4.2	Altura de plantas	17
4.3	Rendimiento	17
4.4	Peso de grano	20
4.5	Peso hectolitro	21
4.6	Índice de cosecha	22
5	CONCLUSIONES	25
6	RESUMEN	26
7	SUMMARY	28
8	LITERATURA CITADA	29
9	ANEXOS	35

ÍNDICE DE CUADROS

Número		Página
1	Resultados del análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$), en las variables estudiadas.	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Número		Página
1	Altura de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.	18
2	Rendimiento de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.	18
3	Peso de los mil granos de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.	21
4	Peso hectólitro de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.	22
5	Índice de cosecha de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.	24

1 INTRODUCCIÓN

De los cultivos tradicionales, el trigo (*Triticum aestivum* L.), está entre las especies mas importantes del mundo. En Chile la situación no es diferente, existiendo un alto consumo de este cereal.

El Centro – sur de Chile, es una zona dedicada en su mayoría a los cultivos tradicionales, en donde por excelencia el cultivo de trigo es el principal dentro de estos y además, se presenta como una excelente alternativa para rotación.

El llano central de La Región de La Araucanía, presenta clima templado húmedo, con un régimen pluviométrico que alcanzan los 1300 mm anuales los que se concentran en los meses de invierno, pero que en las últimas temporadas se han distribuido de forma uniforme en primavera, hecho que ha beneficiado especialmente a los trigos llamados de primavera, estos han tenido aumentos notables de rendimiento y calidad de grano.

En este contexto, se definió como objetivo general de esta investigación:
Evaluar el comportamiento agronómico y calidad de doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral destinados a la producción de grano, en el llano de la IX Región.

Los objetivos específicos son los que se indican;

- a. Determinar el rendimiento total de grano, para los cultivares Ciko, Dalcahue, Gorrión, Halcón, Huayún, Opala, Otto, Queltehue, SNA 220, Tamoi, Tricahue y Verónica.
- b. Determinar el cultivar con mayor adaptación agronómica y de calidad de grano, según las condiciones agroclimáticas del llano central de la Región de La Araucanía.

Como hipótesis se plantea la existencia de diferencias significativas en cuanto al rendimiento de cultivares antes mencionados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Generalidades del trigo.

El origen del trigo no se conoce con precisión, sin embargo, se sabe que su evolución ocurrió a partir de gramíneas silvestres y tuvo lugar en algún lugar del Cercano Oriente, posiblemente en el área conocida como la Media Luna Fértil, entre los ríos Tigris y Eufrates (Lopez-Bellido, 1991).

El trigo está representado por dos especies monocotiledóneas, las cuales son de carácter anual y pertenecen a la familia de las Poáceas. La más importante, *Triticum aestivum* L., corresponde a trigo harinero o hexaploide, que alcanza aproximadamente un 90% de la producción mundial. La segunda especie, *Triticum turgidum* L. spp. *Durum* (Desf.) Husn., corresponde a trigo candeal o tetraploide, que alcanza cerca del 10% de la producción mundial (Faiguenbaum 2003).

A nivel mundial, el trigo es el cultivo de mayor importancia ya que acapara la mayor superficie de siembra, que en el año 2005 alcanzó cerca de 217 millones de hectáreas (FAO, 2006). Está ampliamente distribuida en todo el mundo, cultivándose entre los 30° y 60 ° de latitud norte y los 25° y 40° de latitud sur.

Según el CIMMYT (2000), este cereal es la base alimenticia del 35% de la población mundial y aporta una cantidad de calorías y proteínas mayor que cualquier otro cultivo. Además tiene la ventaja, en comparación a otros cereales, de contener en su núcleo la proteína del gluten, que permite producir una amplia variedad de productos finales.

En Chile, el trigo posee la mayor superficie de siembra con 315 mil hectáreas en el año 2005, las que se concentran en la IX Región, que en el mismo año albergó un 50% de la superficie de siembra nacional (ODEPA, 2006). Por lo mismo, en la Región de La Araucanía el trigo es el rubro más relevante, tanto social como económicamente (FIA, 2003).

2.2. Variedad y Cultivar.

Existe controversia en cuanto a la definición de ambos conceptos. Muchos investigadores del área botánica, hacen una diferenciación del significado de ambos. Por el contrario, instituciones como el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, lo considera como sinónimos (USDA, 2006).

La Ley de Semillas de Chile, define como variedad a un conjunto de plantas o individuos cultivados que se distinguen de los demás de su especie por cualquiera característica morfológica, fisiológica, citológica, química u otra, significativa para la agricultura, silvicultura, horticultura, fruticultura y, en general, para cualquier cultivo vegetal y que al ser reproducida sexuada o asexuada, mantiene las características que le son propias (SAG, 1994). Breen (2006), agrega a la definición anterior, que la población de plantas y sus características se presentan en forma natural en el medio.

El concepto de cultivar deriva de la frase variedad cultivada (Breen, 2006). De acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura para Plantas Cultivadas, un cultivar es un grupo de plantas que ha sido seleccionado por una cualidad particular o una combinación de cualidades, claramente distinto, uniforme y estable en sus características y que al ser propagado por medios apropiados, conserva esas características (Brickell *et al.*, 2004). Por su parte Blackmore y Totill (1984), lo definen de manera más simple como cualquier grupo de plantas cultivadas que ha sido producida utilizando técnicas de mejoramiento y que no se encuentran normalmente en poblaciones naturales.

Pese a la similitud de las definiciones anteriores, se subentiende que el concepto de variedad está ligado a una población de plantas con características propias y diferentes a la de otras poblaciones de la misma especie, que se encuentra de manera natural, sin intervención del hombre. En tanto, el concepto de cultivar, lleva implícito la intervención del hombre, ya sea seleccionando o mejorando plantas con características deseables. En consecuencia, el último concepto, sería el más adecuado para referirse a la amplia gama de genotipos obtenidos por los centros de mejoramiento públicos y privados durante las últimas décadas.

2.3. Cultivares primaverales.

De acuerdo a su hábito de desarrollo, los cultivares de trigo se clasifican en tres grupos: invernales, primaverales y alternativos. Los cultivares con hábito de desarrollo invernal requieren de vernalización y son sensibles al fotoperíodo, mientras que los cultivares primaverales no requieren de vernalización para emitir espigas y son en general insensibles al fotoperíodo. En tanto, los cultivares de hábito de desarrollo alternativo, se diferencian de los cultivares primaverales por ser generalmente sensibles al fotoperíodo (Simonss, *et al.*, 1995; Atwell, 2001; Hewstone, 2001).

En trigo, la vernalización corresponde a la exposición del ápice vegetativo a bajas temperaturas, entre 3,8 y 6,0 °C (Porter y Gawith, 1999), que permite su transformación en ápice floral (Faiguenbaum, 2003), dando lugar más tarde a la floración (Ritchie, 1991). Por consiguiente, pueden vernalizarse tanto las semillas embebidas que están en el suelo como las plantas verdes, hasta tres meses después de la emergencia (Evans, 1983). La respuesta a la vernalización está regulada genéticamente por los genes *Vrn-A1*, *Vrn -B1* y *Vrn -D1*, anteriormente conocidos como *Vrn1*, *Vrn2* y *Vrn3* (Mcintosh *et al.*, 1998), cada uno de los cuales presenta dos o más formas alélicas (Snape *et al.*, 1976). Los cultivares con hábito de desarrollo primaveral poseen al menos un alelo dominante del gen *Vrn*, que les otorga su insensibilidad a la vernalización (Kósner y Pánková, 2002). En tanto, los cultivares invernales presentan únicamente formas alélicas recesivas, que determinan distintos requerimientos de vernalización dependiendo de su ubicación geométrica en el gen *Vrn* (Pugsley, 1972).

El fotoperíodo, corresponde a la duración del día y en general, la mayoría de los cultivares de trigo responden cuantitativamente a éste (Dubkosky *et al.*, 2006), es decir, cuanto mayor es la longitud del día, más pronto florecen (Evans, 1983; Ecmekci y Terzioglu, 2000). No obstante, también existen cultivares que no responden al fotoperíodo (Acevedo, *et al.*, 2002). De acuerdo a Scarth y Law (1984), son tres los genes que controlan la respuesta al fotoperíodo en trigo: *Ppd-D1*, *Ppd-B1*; *Ppd-A1*. Los alelos dominantes confieren insensibilidad al fotoperíodo mientras que los alelos recesivos confieren sensibilidad (Dyck, *et al.*, 2004). El grado de respuesta al fotoperíodo está regulado genéticamente por los genes *Ppd-D1* y *Ppd-B1* (Scarth *et al.*, 1985).

Según Faiguenbaum (2003), los cultivares primaverales presentan un menor número de macollos, menor acumulación de materia seca y un ciclo de vida más corto que los cultivares alternativos e invernales. Además la temperatura óptima para su crecimiento, por otra parte, es algo más alta que la requerida por otros tipos de trigo.

2.4. Cultivares primaverales en Chile.

Durante el siglo pasado en el país se cultivaron alrededor de 235 cultivares de trigo, creados o introducidos por instituciones públicas y privadas. De éstos, el 50,6% ha sido invernol o alternativo y el 49,4% primaveral. A pesar de que los porcentajes promedio son muy similares, hasta la década de 1951-60, un 76% de los trigos eran invernales o alternativos, y desde 1961 al 2000 se produjo una situación inversa, correspondiendo poco más de la mitad a los de primavera, gracias al mejoramiento genético de trigos de primavera que se inició en la zona centro sur del país, y que demostró que este tipo de trigo tenía muy buena adaptación (Mellado, 2001).

Según Faiguenbaum (2003), en Chile existe una amplia gama de cultivares primaverales, existiendo materiales para ser sembrados entre la III y la X Región. Señala además, que es muy importante evaluar constantemente el desempeño de los nuevos cultivares que aparecen como también aquellos que se encuentran en uso, ya que es muy común que con el tiempo los cultivares se tornen susceptibles a ciertas enfermedades como también, que los nuevos cultivares posean mayor calidad y rendimiento, gracias a la mejora genética.

Los cultivares primaverales son utilizados principalmente en la zona centro norte, en donde existen bajos niveles de frío invernol que no aseguran la vernalización de los cultivares de hábito de desarrollo invernol. Asimismo, se recomienda su siembra en zonas con limitaciones hídricas, como el secano costero e interior y en aquellas siembras realizadas en forma tardía, aún en condiciones de riego (Faiguenbaum, 2003).

2.5. Rendimiento.

El rendimiento mide la eficiencia de producción de grano por unidad de superficie y es uno de las principales objetivos que tienen en consideración los genetistas en la creación de nuevos cultivares, ya que determina en gran medida la rentabilidad económica del cultivo. A este rendimiento, también se le denomina rendimiento económico (Re) y es la resultante de la constitución genética de un cultivar y del medio ambiente en que se cultiva, como también de la interacción continua y dinámica entre ambos (Hayes *et al.* 1955, citados por Beratto, 1974).

El rendimiento obtenido por un cultivar cuando ha crecido en un ambiente al cual se adapta; sin limitación de nutrientes y agua; y con las plagas, enfermedades, malezas y otros factores de estrés, controlados eficazmente, se conoce como rendimiento potencial (Evans y Fischer, 1999).

2.5.1. Componentes del rendimiento.

Los componentes de rendimiento del trigo se determinan secuencialmente durante el crecimiento y desarrollo del cultivo (Evans, 1983), lo que permite estudiar con gran exactitud la contribución de las distintas partes de la planta a la producción de grano y las causas de la variación en el rendimiento final (Molina, 1989). En relación a lo último, Barriga (1974) determinó que en un trigo de primavera el 52 a 97 % de la variación del rendimiento puede ser explicada por los componentes del rendimiento.

Son numerosas las investigaciones en donde se ha estudiado los componentes del rendimiento, con distintos grado de complejidad. Sin embargo, de ellas se desprende que son principalmente dos los componentes del rendimiento que permiten explicar de mejor forma las variaciones del rendimiento y sus causas: el peso de grano y el número de granos por metro cuadrado.

a) Peso de grano. Éste componente del rendimiento tiene su origen y formación entre antesis y madurez fisiológica, periodo en el que se produce el llenado de grano. Su expresión depende del genotipo, presencia de enfermedades, nutrición, estrés hídrico y de la temperatura

(López-Bellido, 1991). A pesar de esta fuerte dependencia, se considera que es un carácter mucho más estable que el número de granos m^{-2} (Hay y Walter, 1989).

El peso de grano, medido frecuentemente como peso de mil granos, es considerado un buen estimador para explicar el crecimiento y desarrollo del trigo en el periodo de antesis a madurez fisiológica. Asimismo, se ha observado que tiene una interacción compensatoria con el número de granos m^{-2} , ya que cuando existe un bajo número de granos m^{-2} , el peso del grano tiende a ser mayor y se correlaciona positivamente con el rendimiento. Por el contrario, cuando existe un alto número de granos m^{-2} , el peso del grano se mantiene o tiende a disminuir, correlacionándose negativamente con el rendimiento (Molina, 1989; Santiveri, 1991).

b) Número de granos por metro cuadrado. El origen potencial de este componente es determinado entre el periodo de siembra e inicio de antesis y por tanto considera la germinación; emergencia; producción de hojas, formación y sobrevivencia de macollos; transformación del ápice foliar a ápice floral; formación de las estructuras reproductivas del trigo y la fecundación de las mismas (Lopez-Bellido, 1991). Como este componente se determina a partir del número de espigas de espigas m^{-2} y del número de granos espiga⁻¹, está influenciado por el genotipo, dosis de siembra, fertilización nitrogenada, radiación y riego (Briggs y Aytenfisu 1980; Simmons *et al.*, 1982; Hay y Walker 1989; Kochlann *et al.*, 1990).

De la misma manera, que el peso de grano es considerado un buen estimador para explicar el crecimiento y desarrollo del trigo en el periodo de antesis a madurez fisiológica, el número de granos m^{-2} es un buen estimador para explicar el crecimiento y desarrollo del cultivo en el período de pre-antesis (Evans, 1983).

2.5.2. Cultivares primaverales y rendimiento.

Se sabe que el rendimiento de los cultivares primaverales bajo condiciones de riego es más alto al obtenido en condiciones de secano. Así, de acuerdo a ensayos de rendimiento efectuados por Inia bajo condiciones de riego, el rendimiento de cultivares primaverales en la zona central ha oscilado entre 69 y 101 qqm ha^{-1} (Mellado *et al.*, 2000; Mellado y Madariaga,

2003). En tanto, en la zona centro sur en condiciones de secano, el rango de rendimiento de cinco cultivares fue de 51 a 93 qqm ha⁻¹ (Mellado y Madariaga, 2003).

Según Mellado (2000), el rendimiento de los cultivares primaverales lanzados al mercado entre 1971 y 1993 no difiere significativamente y en general, la sustitución de los cultivares se habría debido principalmente a la mejor sanidad de los nuevos cultivares. En su investigación el rendimiento promedio de once cultivares primaverales con y sin control de enfermedades, fue de 90 y 75 qqm ha⁻¹, respectivamente.

2.6. Calidad.

La calidad está determinada por una variada gama de características a las cuales se pueden asignar diferentes niveles de importancia dependiendo del uso final o tipo final del producto que se quiera obtener. Por lo tanto, es posible hablar de calidad de una variedad cuando se ha definido el tipo de producto que se elaborará y el proceso que se utilizará (Jobet, 2005). Verges y Vázquez (2004), indican que la calidad puede dividirse en calidad física y calidad industrial. La primera, se relaciona con aspectos de sanidad del grano como también con aquellos referentes a su llenado. La calidad industrial en tanto, aborda aspectos referidos al proceso al cual se somete el trigo para la obtención del producto final y se subdivide en calidad molinera y calidad para uso final (galletas, pan, pastas, etc).

Se considera que una variedad de trigo es de buena calidad molinera cuando es capaz de producir un alto porcentaje de harina de buena calidad, lo cual esta relacionado con al aspecto físico del grano (Verges y Vazquez, 2004).

En tanto, la calidad de acuerdo al uso final del producto, para los trigos cultivados en la zona centro sur de Chile, corresponde a la calidad panadera, ya que ese es su principal destino. Por lo tanto, son deseables aquellos cultivares que permiten la elaboración de pan con las características adecuadas, especialmente volumen (Verges y Vasquez, 2004). Al respecto, Jobet (2005), indica que un conjunto de proteínas del grano conocidas como gluten, son las que más influyen en la calidad panadera del trigo, aunque también existen otros factores asociados.

Si bien la calidad industrial de los trigos es una característica genética, ella es afectada por factores de manejo y ambientales, tales como dosis de fertilizante, humedad del suelo, clima, enfermedades y fecha de siembra (Hevia *et al*, 2003). De igual manera, se sabe que a medida que aumenta el rendimiento, la calidad generalmente sufre una merma (Jobet, 2005), por lo que esta disyuntiva ha sido un serio desafío al que han debido enfrentarse mejoradores de todo el mundo (Verges y Vasquez).

La calidad del grano de trigo comercializado en Chile, esta regulada por una norma oficial del año 2000. Sin embargo, en el mercado prácticamente no se considera esta norma y se opera más bien en base a un reglamento para transacciones de trigo harinero formulado en 1985 y actualizado en 1996 (SNA, 1996). De acuerdo a éste, en los molinos se opera generalmente con tolerancias máximas de 1,5% de impurezas, 1,5% de granos partidos y chupados, 1% de granos helados o inmaduros y 2% de granos con punta negra.

En tanto, para verificar la calidad industrial del trigo se considera fundamentalmente el peso hectolitro, el porcentaje de gluten húmedo, el valor de sedimentación y el falling number o número de caídas (Faiguenbaum, 2003). Mellado y Madariaza (2003), indican además como características de calidad en trigo harinero el índice de dureza, porcentaje de proteína, tiempo de desarrollo de la masa, valor W. Estos dos últimos, corresponden a parámetros obtenidos en análisis reológicos, en donde además es posible obtener la absorción de agua, estabilidad, aflojamiento, valor P (tenacidad), valor L (extensibilidad), relación P/L (equilibrio de la harina), índice de hinchamiento e índice de elasticidad (Ie) de la masa (Cuniberti, 2003).

A continuación se describen los principales parámetros de calidad considerados en el país.

a) Peso hectolitro: Corresponde al peso del trigo, expresado en kg, en un volumen de 100 litros y se relaciona con el rendimiento de harina del grano. Su valor oscila comúnmente entre 73 y 83 kg hl⁻¹, concentrándose entre 78 y 80 kg hl⁻¹ (Mulero, 2005). Valores bajos, son asociados con granos dañados, chupados o brotados (Pantanelli, 2006). Por lo tanto, a mayor peso hectolitro, mayor rendimiento de harina, lo que también dependerá del genotipo, el contenido de impurezas, la humedad y las condiciones de manejo del cultivo y climáticas durante el periodo de llenado del grano (Cortazar, 1989, Mellado y Granger, 1988, Shi *et al.*, 1994 y Hevia y López, 1996; Mulero, 2005). Según informes de COTRISA, en Chile el peso

hectolitro de los trigos comercializados promedia 80 kg hl⁻¹, con un rango entre 73 y 87 kg hl⁻¹.

b) Glúten húmedo: Se define “gluten” a un grupo de proteínas, específicamente gliadinas y gluteninas, que forman la parte insoluble de la harina, y que de acuerdo a sus características de calidad permiten obtener masas de mayor o menor fuerza y elasticidad. Para la mayoría de los trigos, la cantidad de proteínas se relaciona directamente con el contenido de gluten, ya que éste está formado en gran parte por las proteínas de reserva, las cuales son insolubles en agua y permiten obtener masas de mayor fuerza y elasticidad para panificación, pudiéndose clasificar como: fuertes (correctores), semifuertes (panificables) y suaves (para repostería) (Jobet, 2005). Trigos con valores de 18 a 24,9% se consideran suaves; aquellos con 25,0 a 29,9%, trigos intermedios y aquellos con gluten húmedo igual o mayor a 30%, trigos fuertes (Mellado y Madariaga, 2003). En Chile, el gluten húmedo promedio de los trigos comercializados es de 25,9%, con un rango entre 12,2 y 43,4% (COTRISA, 2005).

c) Sedimentación: El valor de sedimentación determina la capacidad de hidratación y expansión de la proteína del gluten en un medio ligeramente ácido (Axford *et al.*, 1979). A mayor volumen de sedimento hinchado, mayor cantidad y calidad de la proteína (Jobet, 2005). Cifras de 17 a 26,9 cm³ corresponden a un trigo suave; de 27 a 32,9 cm³ corresponden a un trigo intermedio, e iguales o mayores de 33 cm³ corresponden a un trigo fuerte (Peña *et al.*, 1990; Mellado y Madariaga, 2003). Según informes de COTRISA, en Chile la sedimentación de los trigos comercializados promedia 32,8 cm³, con un rango entre 18,5 y 59,3 cm³.

d) Falling number: El falling number es un parámetro que mide la actividad amilásica del grano y puede considerarse adecuada una actividad entre 200 (s) y 250 (s) (COTRISA; 2005). Por encima de 250 (s), existe un defecto de actividad (baja) que puede corregirse fácilmente. Por debajo de 200 (s), indica una actividad amilásica elevada que puede ser perjudicial para la panificación y es posible que se deba al inicio del proceso de germinación de los granos (Faiguenbaum, 2003). Cabe señalar que la norma chilena establece que el Falling Number es un criterio de análisis opcional y no obligatorio.

e) Índice de dureza: Uno de los componentes fundamentales para una buena calidad molinera y panadera es la dureza de grano. Así, la textura del endosperma (dureza) del trigo es una determinante principal de la molienda y del producto final. Esta característica es producida por la fuerza de unión entre la proteína y el almidón en el endosperma, que es controlada genéticamente. De acuerdo con la dureza del grano, los trigos se clasifican en: duros, semiduros y blandos, siendo los dos primeros utilizados principalmente en la elaboración de pan, mientras que los blandos, para galletas y productos de repostería. Se ha determinado que los trigos duros contienen más almidón dañado durante la molienda y tienden a absorber más agua durante la formación de masa que los trigos suaves (Jobet, 2005). Según Mellado y Madariaga (2003), valores menores a 20% se consideran como grano duro; entre 20 y 30%, grano semiduro; y mayor a 30%, trigos de grano suave.

f) Porcentaje de proteína: La calidad industrial del trigo depende principalmente del contenido de proteína, ya que, tanto para panificación como para la elaboración de fideos, se prefieren trigos con un alto contenido. Este parámetro es una medida indirecta de medir el gluten en el grano pero no su calidad (Pantanelli, 2006). Según Mulero (2005), se considera como valores normales porcentajes de proteína entre 10 a 13%.

g) Desarrollo de la masa, Valor W: Son parámetros determinados utilizando dos instrumentos conocidos como farinógrafo y alveógrafo. El farinógrafo grafica determinadas propiedades de la masa, tales como absorción de agua, desarrollo de la masa, estabilidad y grado de ablandamiento. El alveógrafo es un aparato que permite obtener información relativa a las propiedades mecánicas de la masa como resistencia al estiramiento, extensibilidad de la masa, y valor W, conocido también como fuerza panadera (Jara, 2006). Según Mellado y Madariaga (2003), un valor W menor a 30 es considerado bajo; entre 31 y 49, regular; y mayor a 50, bueno.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó, durante la temporada 2004-2005, en la Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de la Frontera (Temuco, Chile), ubicado en la comuna de Freire, Provincia de Cautín, IX Región de La Araucanía, a 14 Km. de la ciudad de Temuco, 1.100 m.s.n.m. de altitud, a 38° 47 Lat. Sur y 73° 42 Long. Oeste.

3.2 Clima

El clima de esta área agroecológica se describe como mediterráneo frío. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas medias anuales de 10°C, con una máxima de 21,5°C correspondiente al mes de enero y una mínima de 2,3°C en el mes de julio. El período con baja probabilidad de heladas promedio es de tres meses, desde diciembre a enero. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1.394 mm, donde mayo corresponde al mes más lluvioso con 236,6 mm. El periodo seco se extiende de noviembre a marzo; sin embargo, la disminución de agua disponible para los cultivos comienza a mediados de diciembre (Novoa y Villaseca, 1989).

3.3 Suelo

El suelo corresponde a un Andisol de la serie Freire, con textura media, topografía plana, buen drenaje y 0,5 m de profundidad. La composición química del suelo, previo al establecimiento del ensayo, fue analizada en el laboratorio de suelo del Instituto de Agroindustria perteneciente a La Universidad de la Frontera, y se presenta en el Anexo 2.

3.4 Cultivares

Se estudiaron doce cultivares comerciales de trigo (*Triticum aestivum* L.), de hábito de desarrollo primaveral: Ciko, Dalcahue, Gorrión, Halcón, Huayun, Opala, Otto, Queltehue, SNA 220, Tamoi, Tricahue y Verónica.

3.5 Establecimiento y manejo del cultivo

3.5.1 Precultivo. El suelo para la siembra tuvo la rotación que se indica: papa (2001-2002), lupino (2002-2003), trigo (2003-2004).

3.5.2 Siembra. Previo a la siembra se realizó un barbecho químico aplicando glifosato en dosis de 1,44 L i.a.ha⁻¹ (3 L de Roundup ha⁻¹) + MCPA 360 gr. i.a.ha⁻¹ (0.5 L de MCPA ha⁻¹).

La preparación de suelo se hizo en forma tradicional (con labranza), para lo cual se utilizaron los siguientes implementos: arado de vertedera, cincel, rastra offset y motocultivador que contribuyeron a un eficaz control de malezas y a lograr una adecuada cama de semillas. La siembra se realizó con una dosis de semilla de 200 Kg há⁻¹

La siembra se realizó el 20 de Agosto de 2004 utilizando una máquina sembradora modelo Planet Junior. La dimensión de cada parcela fue de 0,54 x 5 m, con una superficie de 2,7 m². La distancia entre hilera fue de 18 cm, por lo que cada parcela estuvo constituida de 5 hileras. La dosis de semilla utilizada en todos los tratamientos fue de 200 kg ha⁻¹.

3.5.3 Fertilización. Todos los tratamientos recibieron XX kg de N, 120 kg P₂O₅, 28,6 kg K₂O, 28,6 kg S y 23,4 kg MgO, por hectárea. Las fuentes utilizadas correspondieron a Salitre Sódico, Super Fosfato Triple, Sulpomag, Cloruro de Potasio. El N y el K, se parcializaron, aplicando XX y ZZ kg ha⁻¹ al momento de la siembra y XX e YY al inicio de macolla (Z20).

Posteriormente, se aplicó Nitrógeno en una dosis de 80 Kg há⁻¹ como Salitre sódico, 100 Kg há⁻¹ Sulpomag y 80 Kg há⁻¹ de Muriato de Potasio parcializando, la mitad al voleo al momento de emergencia de plántulas y la otra mitad, al inicio de macolla (Z20).

3.5.4 Manejo Fitosanitario. Las malezas se controlaron químicamente con una mezcla de 300 g há⁻¹ de Iodosulfuron-metil-sodio (Hussar), 0,1 L há⁻¹ mezcla de Alkyl Polyoxyalkane Ether, Alkyl Aryl Polyethoxyethanol phosphate y Ácidos grasos libres (Induce pH), en 200 L há⁻¹ de

agua, todos éstos fueron aplicados en el estados Z 12 – Z13 de la escala de Zadock y Konzack y Chag, 1974.

3.6 Observaciones y mediciones

Las determinaciones se realizaron al momento de la cosecha, en el estado de madurez fisiológica del cultivo (Z 90). Las variables medidas y las metodologías utilizadas fueron las siguientes:

3.6.1 Altura de Plantas. Se determinó midiendo con una regla graduada en centímetros, para esto, se analizaron plantas al azar en cada una de las variedades, con sus respectivas repeticiones. Esto se midió el día 13 de Diciembre, una vez que las plantas estaban completamente espigadas. Se midió desde la base de la planta el ápice de cada espiga, sin considerar las aristas de las plantas, expresada en centímetros. Previo a la ejecución de la cosecha.

3.6.2 Rendimiento. Se calculó trillando los tres surcos centrales de cada parcela expresando los resultados en qqm ha⁻¹.

3.6.3 Peso de grano. Se determina tomando dos muestras de 100 granos cada una, de cada tratamiento. Para ello se consideró sólo granos completamente llenos y sin daño físico, los que fueron sometidos a un proceso de secado en una estufa de circulación de aire forzado durante 48 horas a 80 °C, antes de ser pesados en una balanza con sensibilidad de centésima de gramo. Si la diferencia entre el peso de ambas muestras superaba el 10%, la determinación se repitió. En el caso contrario, se procedió a promediar los valores de las submuestras y se multiplicó por 10 para expresarlos en relación a mil granos.

3.6.4 Peso Hectolitro. Se realizó en una balanza tipo schopper, la que tiene una capacidad de ¼ de litro, para esto se toma una muestra al azar y se coloca en el orificio de la balanza, luego se pesa y los gramos obtenidos se interpolan en las tablas de Bauart, la que está confeccionada para tal efecto.

3.6.5 Índice de Cosecha. Se obtuvo a partir de la relación de biomasa por parcela y rendimiento en granos, expresado en porcentaje.

3.7 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques al azar, formado de doce tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos corresponden a cada una de los cultivares evaluados: Ciko, Dalcahue, Gorrión, Halcón, Huayun, Opala, Otto, Queltehue, SNA 220, Tamoi, Tricahue y Verónica.

3.8 Análisis estadístico.

Los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza y en caso de existir diferencias significativas por efecto de los factores evaluados, se procedió a realizar la Pruebas de Comparación de Medias de Tukey, a un nivel de significancia de 5%. También se realizó un Análisis de Correlación entre pares de variables, calculándose el coeficiente de correlación de Pearson.

Todos los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico SPSS versión 11.0, en español.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. Análisis estadístico.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los análisis de varianza realizados, como también el resultado de las pruebas de comparación de medias. En caso de existir diferencias estadísticas entre cultivares para una variable evaluada, éstas se indican con letra minúscula ordenadas alfabéticamente a partir del mayor valor observado.

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($p<0,05$), en las variables estudiadas.

Cultivar	Altura (cm)	Rdto. (qqm ha ⁻¹)	Peso 1000 granos (g)	Peso hectólitro kg hl ⁻¹	Índice de cosecha
Otto	107 bc	96,3 ab	47,3 cdef	76,5 fg	0,45 fg
Tricahue	104 bcd	96,2 ab	50,6 bcde	76,0 g	0,47 cde
Veronica	106 bcd	104,4 ab	52,3 b	80,1 cd	0,48 cd
Gorrion	100 cde	101,5 ab	57,4 a	77,5 f	0,44 gh
Queltehue	103 bcd	101,2 ab	50,7 bcd	79,8 de	0,48 bc
Opala	109 b	97,5 ab	41,4 gh	81,7 ab	0,51 ab
Halcon	107 bc	94,2 ab	51,1 bc	82,3 ab	0,50 bc
Huayun	93 e	109,4 a	40,2 h	81,4 b	0,49 bc
Sna 220	98 de	108,3 a	49,6 bcdef	81,3 bc	0,52 a
Ciko	108 bc	97,2 ab	46,3 def	81,1 bcd	0,49 bc
Dalcahue	108 bc	92,6 ab	46,1 ef	78,7 e	0,46 def
Tamoi	119 a	88,0 b	45,5 fg	83,0 a	0,42 h
Promedio	105	98,9	48,2	79,9	0,47
Sign.	*	*	*	*	*
Cv (%)	6,5	9,0	10,2	2,9	6,4

* : diferencias significativas entre tratamientos ($p<0,05$)

El coeficiente de variación para cada variable evaluada se muestra en la parte inferior de cada columna. De acuerdo a los valores obtenidos, es posible realizar comparaciones válidas entre los cultivares, ya que tal como lo indican Quiroz y Pereira (2002), los ensayos con coeficientes de variación por debajo del 20% son generalmente considerados más confiables para hacer comparaciones entre cultivares.

4.2. Altura de Plantas.

La figura 1 muestra la altura alcanzada por los distintos cultivares. En ella se observa que los cultivares que presentaron las menores alturas fueron Huayún, SNA 220 y Gorrión, promediando 93, 98 y 100 cm, respectivamente. El resto de los cultivares osciló entre 103 y 109 cm, a excepción de Tamoi que obtuvo la mayor y significativa altura, promediando 119 cm (Cuadro 1). Según estos resultados, en general, es posible aseverar que todos los cultivares alcanzaron alturas levemente superiores a las descritas en sus cartillas de divulgación, en donde se señala que ésta no supera los 100 cm (Mellado *et al.*, 1989; Ramírez *et al.*, 1997; Mellado *et al.*, 2000; Mellado y Madariaga, 2003, INIA, 2006), salvo en el caso de Tamoi y Dalcahue que según INIA (2006) y Mellado *et al.* (1997), pueden alcanzar hasta 110 cm.

4.3. Rendimiento.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, hubo diferencias significativas de rendimiento entre los cultivares evaluados. La Prueba de comparación de medias (Cuadro 1), indica que Tamoi, fue estadísticamente inferior a Huayún y SNA 220, cultivares que alcanzaron los más altos rendimientos con 109,4 y 108,3 qqm ha⁻¹ (Figura 2). El resto de los cultivares fue estadísticamente igual entre sí y no se diferenciaron significativamente con ninguno de los tres cultivares mencionados anteriormente. Sus rendimientos oscilaron entre 92,6 y 104,4 qqm ha⁻¹, lo que concuerda con el potencial descrito en sus cartillas de divulgación, como también con resultados obtenidos en otras investigaciones (Mellado, 2000; Mellado *et al.*, 2000; Mellado y Madariaga, 2003; Hewstone y Jobet, 2005).

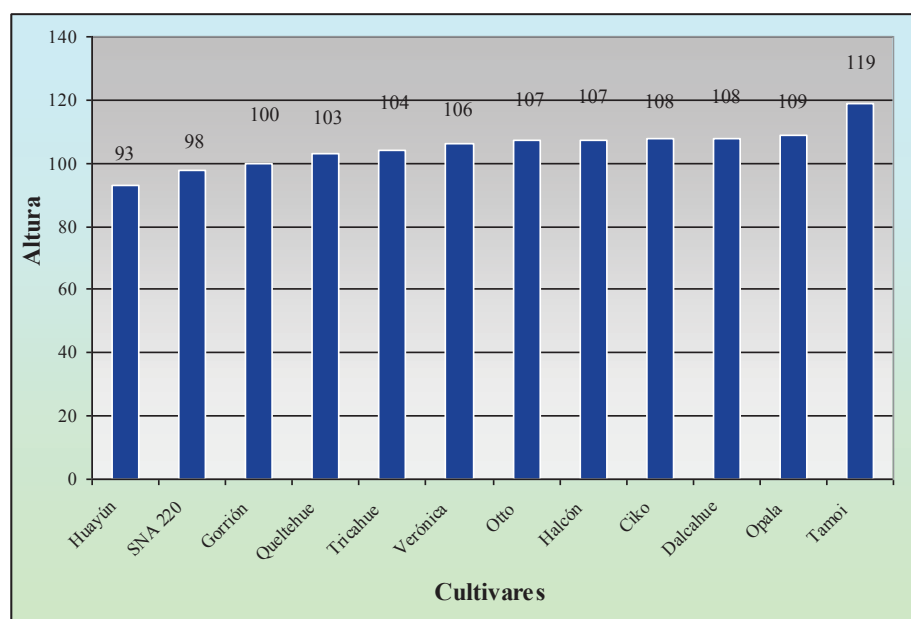


Figura 1. Altura de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.

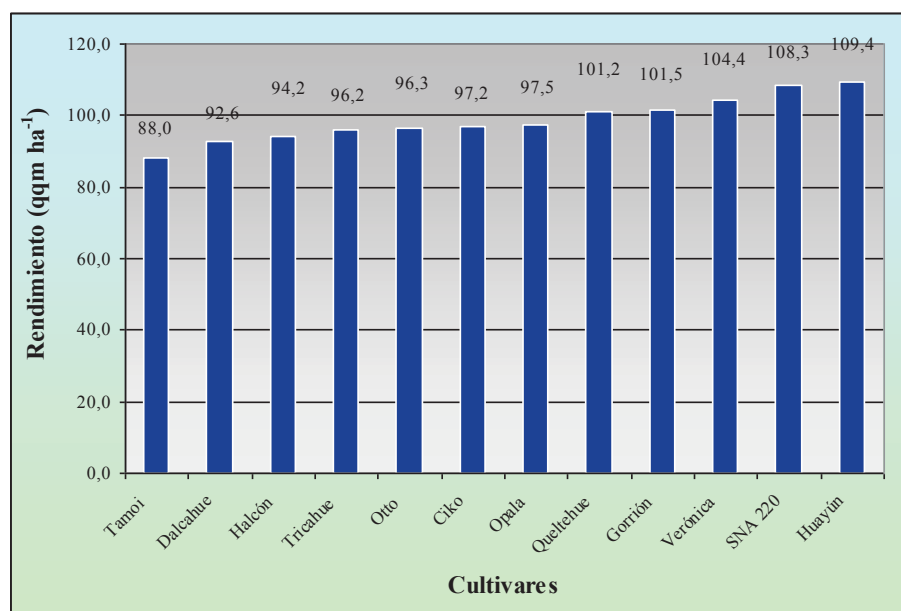


Figura 2. Rendimiento de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.

Los rendimientos levemente superiores presentados por Huayún y SNA 220 indican una mayor adaptación a las condiciones agroclimáticas del Valle Central de la IX Región, que se caracteriza por presentar periodos de déficit hídrico a partir de Noviembre (Novoa y Villaseca, 1989), tal como ocurrió en la temporada en que se desarrolló el ensayo (Anexo PP). En efecto, salvo Otto y Dalcahue, cultivares lanzados hace más de 15 años (Hewstone y Jobet, 2005), el resto de los cultivares son recomendados principalmente en la zona central (INIA, 2006).

Por otro lado, según el análisis de correlación entre pares de variables (Anexo X), el rendimiento se correlacionó en forma negativa y altamente significativa con la altura de planta ($r = -0,48^{**}$), lo que indica que a medida que aumenta la altura de planta, el rendimiento disminuye y viceversa. Esto, podría explicarse por el hecho de que cultivares altos están asociados con una mayor producción de paja (Catrileo, 2006), lo que va en detrimento de la acumulación de carbohidratos en granos, ya que parte de los productos de la fotosíntesis son acumulados en estructuras como tallos, hojas y chaff, que no contribuyen al rendimiento. Este hecho, explica a su vez, la correlación negativa y altamente significativa entre la altura y el índice de cosecha de los cultivares ($r = -0,43^{**}$) (Anexo X), que implica que a medida que aumenta la altura de planta, el índice de cosecha disminuye, lo que ya ha sido evidenciado en numerosas investigaciones (Barriga, 1974; Knezevic *et al.*, 2001; Brancourt-Hulmel *et al.*, 2003).

En el experimento, esta situación se vio reflejada en lo ocurrido con los cultivares Huayún y SNA 220, que tuvieron altos rendimientos, alto índice de cosecha y baja altura de planta. En forma inversa, el cultivar Tamoi tuvo el menor rendimiento, el menor índice de cosecha y la mayor altura.

En el mismo análisis, el rendimiento se correlacionó en forma positiva y significativa con el índice de cosecha ($r = 0,32^{*}$), lo que concuerda con lo obtenido por Catrileo (2006), quien obtuvo un coeficiente de $0,41^{*}$. A pesar de esto y de que otros investigadores han obtenido correlaciones incluso más altas (Kuruvadi, *et al.*, 1998; Tripathi *et al.*, 2004), no es aconsejable utilizar el índice de cosecha como un indicador de diferencias de rendimiento entre cultivares debido a que presenta gran inestabilidad (Yazdansepas, 1997) y es dependiente de varios factores (Donald y Hamblin, 1976; Stapper y Fischer, 1990; Hameed *et al.*, 2002).

4.4. Peso de grano.

El análisis estadístico de los datos indicó que hubieron diferencias significativas de peso de 1000 granos por efecto del genotipo, coincidiendo con lo señalado por López-Bellido (1991), en relación a que el peso de grano es un carácter determinado en primer lugar por la constitución genética de cada cultivar.

El peso de grano de los cultivares no se correlacionó significativamente con el rendimiento (Anexo XX), lo que explica que los cultivares SNA 220 y Huayún, que tuvieron los mayores rendimientos, no presentaron los mayores pesos de granos, que fue obtenido por Gorrión con 57,4 g, en mil granos (Cuadro 1). Por el contrario, Huayún tuvo el menor peso de los 1000 granos con 40,2 g, seguido por Opala y Tamoi que tuvieron 41,4 y 45,5 g, respectivamente.

Además de Gorrión, los cultivares Verónica, Halcón, Queltehue y Tricahue, tuvieron peso de los mil granos superior a 50 g, mientras que SNA 220, Otto, Ciko y Dalcahue oscilaron entre 46,1 y 49,6 g, para este carácter. Estos antecedentes, permiten inferir que el mayor rendimiento alcanzado por Huayún y SNA 220, no se debe a un mayor peso de grano y en consecuencia, se atribuye al otro componente de rendimiento involucrado en la determinación del rendimiento, es decir el número de granos por metro cuadrado (Evans, 1983). Como este componente a su vez es determinado por el número de espigas por metro cuadrado y por el número de granos por espiga (Catrileo, 2006), es más lógico asociar el mayor rendimiento de éstos cultivares, con un mayor número de granos por espiga, ya que es muy probable que el número de espigas por metro cuadrado sea muy similar en todos los tratamientos porque la dosis de semilla utilizada fue la misma y porque en general los cultivares primaverales se caracterizan por no presentar gran capacidad de macollaje.

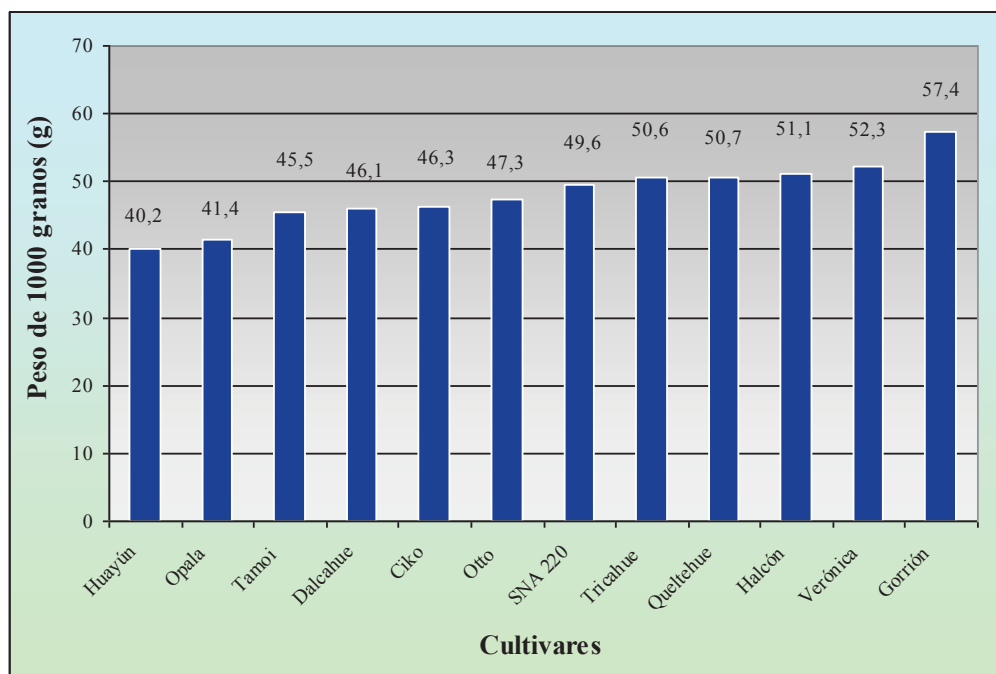


Figura 3. Peso de los mil granos de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.

4.5. Peso Hectolitro.

El peso hectolitro de los doce cultivares evaluados se muestra en la figura 5. Tal como se aprecia en ella, más de la mitad de los cultivares presentó valores superiores a 80, siendo Tamoi, Opala y Halcón, los que presentaron los más altos pesos hectólitros, alcanzando 83,0; 82,3 y 81,7 kg hl⁻¹, respectivamente.

Por el contrario, Tricahue, Otto y Gorrión tuvieron los menores valores alcanzando 76,0; 76,5 y 77,5 kg hl⁻¹, respectivamente. En base a esos resultados, es posible deducir que estos tres cultivares presentarían un bajo rendimiento de harina, ya que según Mulero (2005), el peso hectolitro está fuertemente asociado con dicho rendimiento.

El promedio de los 12 cultivares fue de $79,9 \text{ kg hl}^{-1}$, lo que asemeja bastante a lo informado por COTRISA (2005), que señala que el promedio del trigo comercializado en Chile es de 80 con un rango entre 73 y 87 kg hl^{-1} .

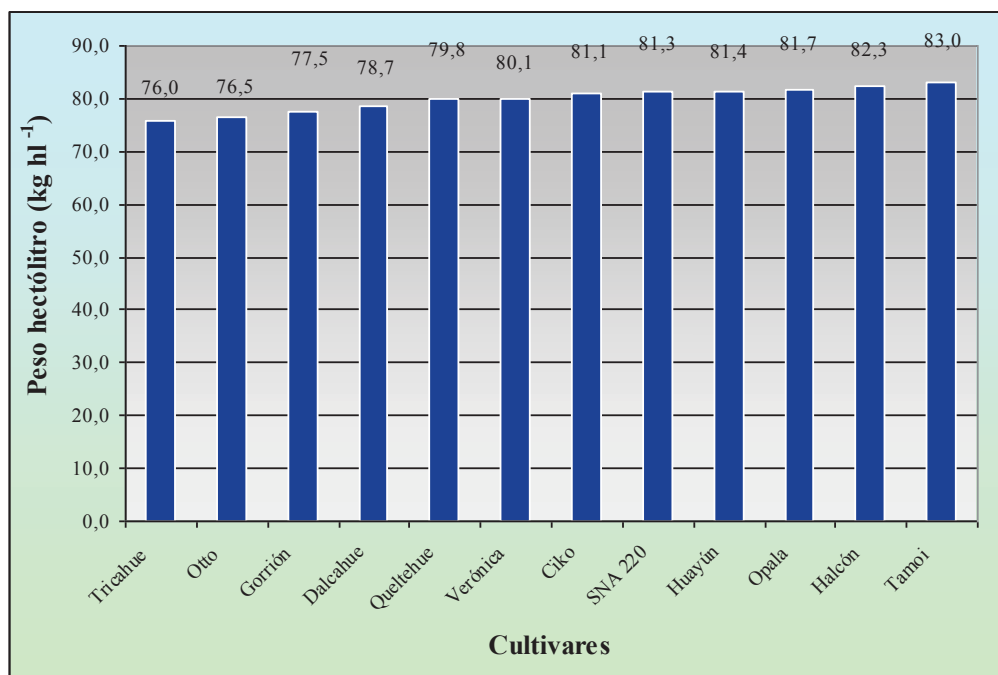


Figura 4. Peso hectólitro de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.

4.6. Índice de Cosecha.

El índice de cosecha, parámetro que refleja la eficiencia genética de cada cultivar para distribuir los asimilados de la fotosíntesis hacia los granos (Donald y Hamblin, 1976), osciló entre 0,42 y 0,52 (Figura 7), lo que concuerda con lo obtenido en diversas investigaciones (Barriga, 1974; Donald y Hamblin, 1976; Andersson, 2005; Catrileo, 2006).

Según los análisis estadísticos (Cuadro 1), SNA 220 tuvo el mayor índice de cosecha promediando 0,52, seguido por Opala y Halcón que también alcanzaron valores mayores a 0,5. Muy cercanos a este valor, se ubicaron los cultivares Ciko, Huayún, Queltehue y Verónica que oscilaron entre 0,48 y 0,49. Más abajo y en forma decreciente se registran los índices de cosecha de Tricahue, Dalcahue, Otto y Gorrión que disminuyeron una centésima en el mismo orden a partir de 0,47. El valor más bajo fue el obtenido por el cultivar Tamoi que alcanzó un índice de cosecha de 0,42.

En base a estos resultados se puede aseverar que en general, el índice de cosecha de los cultivares primaverales fue alto, comparado con los valores típicos de los trigos modernos indicados por algunos autores como Andersson (2005), quien señala un valor de 0,45 ó Rodríguez (1992), que indica un valor incluso más bajo, de 0,42. En esta investigación el promedio de los 12 cultivares evaluados fue de 0,47, que indica una alta eficiencia de los genotipos en la distribución de la materia seca asimilada en la fotosíntesis, hacia los granos (Donald, 1962; Gallagher, 1983). Al respecto, es interesante mencionar que en otras investigaciones se ha observado que los cultivares primaverales poseen índices de cosecha mayores que cultivares con hábito de desarrollo invernal (Santiveri, 1991; Catrileo, 2006), lo que se podría explicar por la diferencia en el largo del ciclo de desarrollo, ya que según Kuruvadi *et al.* (1998) y Stapper y Fischer (1990), cuando se produce una madurez más temprana producto del acortamiento del ciclo de desarrollo del cultivo, se obtiene un IC mayor. En otras palabras, los cultivares de hábito invernal poseen un periodo vegetativo más largo debido a las bajas temperaturas (Evans, 1983) y por lo mismo producen una mayor cantidad de tallos y hojas que disminuyen el IC. En cambio, los cultivares primaverales producen menor cantidad de hojas y tallos privilegiando el desarrollo de las estructuras reproductivas que dan origen al grano, aumentando el IC.

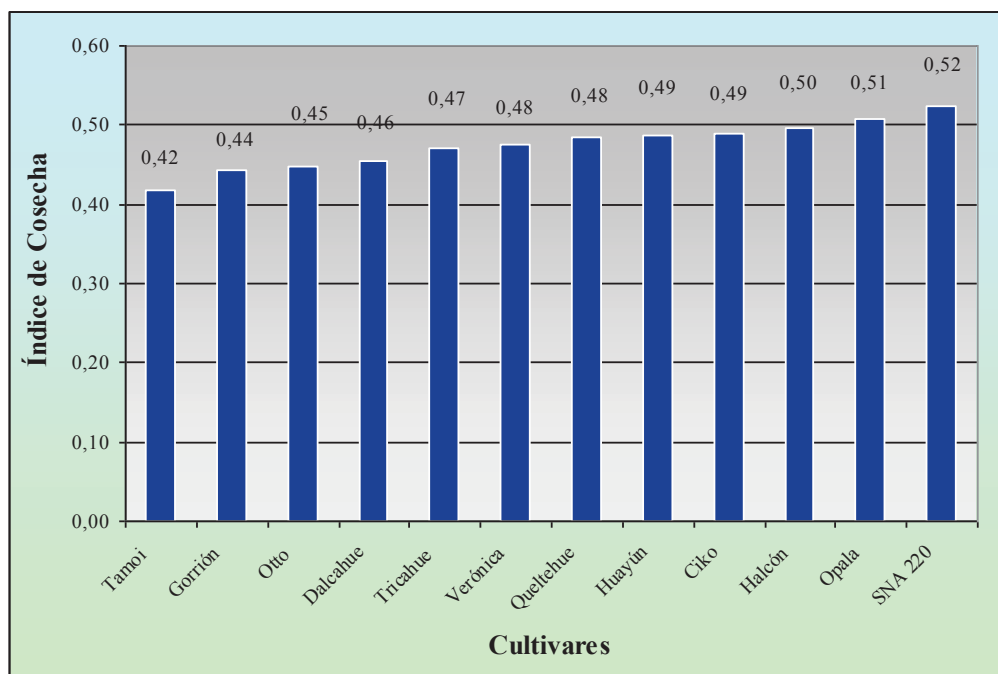


Figura 5. Índice de cosecha de doce cultivares primaverales. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004/05.

5 CONCLUSIONES

El rendimiento de grano (Qqm ha^{-1}) obtuvo diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los distintos cultivares, debido a que la gran mayoría fue altamente superior al rendimiento del cultivar Tamoi que presentó 88 qqm ha^{-1} , superados ampliamente por Sna 220 y Huayún, que presentaron 108,3 y 109,4 qmm respectivamente.

El cultivar con menor altura ($p < 0,05$), fue obtenido por Huayún (93 cm.), seguido Sna 220 (98 cm), mientras el cultivar que presentó mayor altura fue Tamoi con 119 cm.

La variable peso de 1000 granos también obtuvo diferencias estadísticas ($p < 0,05$), esto debido a que este componente de rendimiento es de carácter varietal. Por otro lado el cultivar con mayor peso de 1000 granos lo obtuvo Gorrión con 57,4 g. en contraposición Huayún con 40,2 g.

De igual manera el peso Hectolitro, se diferenció estadísticamente ($p < 0,05$) entre cultivares, siendo mayor Tamoi con $83,0 \text{ kg hl}^{-1}$, lo contrario ocurrió con Tricahue, que presentó $76,0 \text{ kg hl}^{-1}$.

El índice de cosecha también presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre cultivares, siendo Sna 220 el que obtuvo un índice de 0.52, mientras Tamoi 0.42

Desde el punto de vista del comportamiento agronómico y calidad de grano, de los doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral evaluados en el Llano central de la Región de La Araucanía, para la producción de granos, el más conveniente es el cultivar Sna 220, seguido de Huayún ya que permite obtener el mismo rendimiento, con una menor altura, alto peso Hectolitro y un mayor índice de cosecha, en comparación al resto de los cultivares evaluados, y además factible de ser comercializada por medio de los canales tradicionales.

6 RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral sobre el rendimiento y la calidad de grano destinado a la producción de semilla, se realizó una investigación en un Andisol, ubicado en la Estación Experimental Maquehue, ubicada en el Llano de la IX Región de La Araucanía, Chile. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde los tratamientos evaluados corresponden a doce cultivares (Ciko, Dalcahue, Gorrión, Halcón, Huayún, Opala, Otto, Queltehue, SNA 220, Tamoi, Tricahue y Verónica). Las variables medidas fueron: Altura (cm.), Rendimiento de grano (Qqm há^{-1}), Peso de grano (gr. 1000 granos $^{-1}$), Peso hectolitro (Kg Hl^{-1}) e Índice de cosecha.

De los cinco parámetros evaluados, el total de estos presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre todos los tratamientos.

La altura de plantas fue variable en los distintos cultivares, la mayor altura la presentó el cultivar Tamoi con 119 centímetros como promedio, mientras que Huayún la menor 93 cm. El mayor rendimiento de grano lo presentó el cultivar Huayún con $109,4 \text{ Qqm há}^{-1}$, seguido de Sna 220 con $108,3 \text{ Qqm há}^{-1}$, mientras que Tamoi el más bajo con 88 Qqm há^{-1} . El peso de grano más alto fue obtenido por Gorrión con 57,4 g, en mil granos. Por el contrario, Huayún tuvo el menor peso de los 1000 granos con 40,2 g, seguido por Opala y Tamoi que tuvieron 41,4 y 45,5 g, respectivamente. Para la variable peso hectolitro, el cultivar que fue superior a la gran mayoría es Tamoi el que presentó $83,0 \text{ Kg Hl}^{-1}$, en contraposición al cultivar Tricahue $76,0 \text{ Kg Hl}^{-1}$. Finalmente, el cultivar que presentó mayor índice de cosecha fue Sna 220 con 0,52 seguido por Opala y Halcón que también alcanzaron valores mayores a 0,5, opuesto a esta tendencia el cultivar Tamoi alcanzó un índice de cosecha de 0,42.

Considerando los altos rendimientos obtenidos, el peso hectolitro e índice de cosecha fueron muy buenos, a su vez baja altura, se identifica como cultivares de hábito de desarrollo primaveral con un buen comportamiento agronómico a Sna 220 y Huayún, para trigo destinado a la producción de grano, manejado en las mismas condiciones en que se llevó a cabo el experimento.

7 SUMMARY

In order to evaluate the agronomic behavior of twelve wheat cultivars of spring growth habit on grain performance and quality destined to seed production, a research was realized in an Andisol, located in the Maquehue Experimental Station, located on the plain of Araucania Región, Chile. A four times random block design was used, where treatments evaluated correspond to twelve cultivars (Ciko, Dalcahue, Gorrión, Halcón, Huayún, Opala, Otto, Queltehue, SNA 220, Tamoi, Tricahue y Verónica). Measures variables was: height (cm), grain performance (Qqm há ⁻¹), grain weight (gr. 1000 grain ⁻¹), hectolitre weight (Kg Hl ⁻¹) and harvest index.

Five parameters was evaluated, totally of them displayed significant statistical differences ($p < 0,05$) between all treatments.

Plant height was variable in different cultivars, Tamoi cultivar was displayed the greatest height with 119 centimeters as average, while Huayún was the lowest with 93 cm. Cultivar Huayún displayed the greatest grain performance with 109,4 Qqm há ⁻¹ followed by Sna 220 with 108.3 Qqm há ⁻¹, while Tomai was the lowest with 88 Qqm há ⁻¹. The highest grain weight was obtained by Gorrión with 57,4 g, in a thousand grains. Inversely, Huayún had the lowest weight of thousand grain with 40,2 gr, followed by Opala y Tamoi, that had 41,4 and 45,5 g, respectively. For hectoliter weight variable, Tamoi cultivar was superior than vast majority, it displayed 83,0 Kg Hl ⁻¹, in contraposition to Tricahue cultivar with 76,0 Kg Hl ⁻¹. Finally, Sna 220 was cultivar that displayed the greatest harvest index with 0,52 followed by Opala and Halcón that reached values higher than 0,5 too, oposite to this trend Tamoi cultivar reach a harvest index of 0,42.

Considering the high performances obtained, hectoliter weight and harvest index was very good, and at the same time its low height, its identify as spring growth habit cultivars with good agronomic performance to Sna 220 and Huayún, por wheat for grain production, managed in the same conditions as realized experiment.

LITERATURA CITADA.

- Andersson, A. 2005.** Nitrogen redistribution in spring wheat. Doctotal thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. 35 p.
- Acevedo, E; Silva, P. and Silva, H. 2002.** Wheat growth and physiology. In: Bread Wheat: Improvement and production. FAO. 567 p.
- Atwell, W. 2001.** An overview of wheat development, cultivation, and production. Cereal Foods World. 46 (2): 59 – 62.
- Axford, D.; Mcdermott, E. and Redman, D. 1979.** Note on the Sodium dodecyl sulfate test of breadmaking quality: comparison with Pelshenke and Zeleny tests. Cereal Chemical. 69: 229 - 230.
- Barriga, P. 1974.** Índice de cosecha en trigo de primavera. Agro Sur (Chile). 2 (1): 22 – 31.
- Beratto, E. 1974.** Influencia de la longitud del ciclo sobre algunos parámetros fisiológicos y su relación con el rendimiento de grano de diez cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) estudiados en Chapingo. Tesis de Maestro en Ciencias. México. 122 p.
- Blackmore, S. and Tootill, E. 1984.** The Penguin Dictionary of Botany. Penguin Books. Middlesex. London. 390p
- Breen, P. 2006.** Scientific Plant Names. Department of Horticulture. Oregon State University. Documento en línea. Del web: <http://oregonstate.edu/dept/ldplants/sci-names.htm> (13/09/06).
- Brancourt-Hulmel, M.; Doussinault, G.; Lecomte, C.; Bérard, P.; Le Buanec, B. and Trottet, M. 2003.** Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. Crop Science. 43: 37 - 45.
- Brickell, C.; Baum, B.; Hetterscheid, W.; Leslie, A.; McNeill, J.; Trehane, P.; Vrugtman, F. and Wiersema, J. 2004.** International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. Lubrecht & Cramer Ltd. Edinburgh (UK), Toronto (Canada). 115 p.
- Briggs, K. and Aytenfisu, A. 1980.** Relationship between morphological characters above de flag leaf node and grain yield in spring wheats. Crop Science. 20:350-354.
- Catrileo, E. 2006.** Efecto de la fertilización nitrogenada en el índice de cosecha en once cultivares de trigo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 61p.

- CIMMYT. 2000.** Wheat in the Developing World. Documento en línea. Del web: http://www.cimmyt.org/Research/wheat/map/developing_world/wheat_developing_world.htm (26/09/2006).
- Cortazar, R. 1989.** Factores que influyeron en el comportamiento de los trigos en la Estación Experimental La Platina en los años 1965 a 1986. Agricultura Técnica (Chile). 49(3): 193 - 201.
- COTRISA. 2005.** Informe de la calidad del trigo chileno (temporada 2004/2005). Comercializadora de trigo S.A. Documento en línea. Del web: <http://www.cotrisa.cl/documentos/varios/estudio9.php> (25/09/06).
- Cuniberti, A. 2003.** Metodología de análisis del Laboratorio de Calidad de Cereales y Oleaginosas del INTA Marcos Juárez. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Documento en línea. Del Web: <http://www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/Trigo/Laborat03.htm> (26/09/2006).
- Donald, C. 1962.** In search of yield. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science (Australia). 28: 171 - 178.
- Donald, C. y Hamblin, J. 1976.** The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Advances in agronomy. 28: 365 – 405.
- Dubcovsky, J.; Loukoianov, A.; Fu, D.; Valarik, M.; Sanchez, A. and Yan, L. 2006.** Effect of Photoperiod on the Regulation of Wheat Vernalization Genes VRN1 and VRN2. Plant Molecular Biology. 60: 469-80.
- Dyck, J.; Matus-Cádiz, M.; Hucl, P.; Talbert, L.; Hunt, T.; Dubuc, J.; Nass, H.; Clayton, G.; Dobb, J. and Quick, J. 2004.** Agronomic Performance of Hard Red Spring Wheat Isolines Sensitive and Insensitive to Photoperiod. Crop Science. 44: 1976 – 1981.
- Ecmekeç, Y. and Terzioglu, S. 2000.** Interactive Effects of Vernalization, Photoperiod and Light Intensity on Reproductive Development of Wheat Cultivars. Turkish Journal of Agricultural and Forestry. 24: 475–486.
- Evans L. 1993.** Crop Evolution, adaptation and yield. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Evans, L. 1983.** Fisiología de los cultivos. Trigo. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 402 p.
- Evans, L. and Fischer, R. 1999.** Yield Potential Its Definition, Measurement, and Significance. Crop Science. 39: 1544 - 1551.
- Hay, R. and Walker, A. 1989.** An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific Technical. New York, United States. 292 p.

- Faiguenbaum, H. 2003.** Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Ograma S.A. Santiago, Chile. 760 p.
- FAO. 2006.** Base de datos estadísticos. Faostat. Del web: <http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408> (25/09/2006).
- FIA. 2003.** Cultivos y cereales. Resultados y experiencias del programa de Giras Tecnológicas 1996 – 2000. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 132 p.
- Gallagher, J. 1983.** Barley: Production and marketing. New Zealand. 163 p.
- Hameed, E.; Shah, W.; Shad, A.; Taj, F. and Bakht, J. 2002.** Yield and yield components of wheat as affected by different planting dates, seed rate and nitrogen levels. Asian Journal of Plant Sciences 1(5): 502-506.
- Hevia, F. y López, X. 1996.** Estudio preliminar de la influencia de almidón dañado en la calidad de las harinas de trigo. Agro-Ciencia 12 (2): 215 - 220.
- Hevia, F.; Mellado, M. y Wilckens, R. 2003.** Rendimiento de harina y aptitud panadera de seis cultivares de trigo de primavera sembrado en tres ambientes. Agro-Sur. 31 (2): 38 - 46.
- Hewstone, C. 2001.** Cultivo de trigo en la zona sur. Tierra Adentro (Chile) 37: 28-30.
- Hewstone, C y Jobet, C. 2005.** Rupanco-Inia, una nueva variedad de trigo alternativo de pan. Agricultura Técnica. 65 (1): 96 – 100.
- Jara, A. 2006.** Calidad industrial del trigo. Del mejor trigo, el mejor pan. AAPROTRIGO. Documento en línea. Del web: http://www.aaprotrigo.org/calidad%20panadera/del_mejor_trigo_al_mejor_pan.htm (25/09/2006).
- Jobet, C. 2005.** Trigo - Pan : Calidad fundamental en la cadena. Revista Tattersal (Chile). N° 192. Versión en línea. Del web: <http://www.tattersall.cl/revista/Rev192/> (25/09/06).
- Knezevic, D.; Zecevic, V.; Djukic, N.; Urosevic, D.; Pavlovic, M.; Micanovic, D.; Urosevic, V.; Kuburovic, M. y Jordacijevic, S. 2001.** Harvest index and yield components in 12 Yugoslav winter wheat cultivars. Annual Wheat newsletter (Yugoslavia). 47: 312 -315.
- Kochlann, C., Baier, A. and Wientholter, S. 1990.** Harvest index, yield components and nitrogen content in triticale, wheat and rye. En Proc 2nd Int Triticale Symp. Passo Fundo, 71-73.
- Kósner, J. and Pánková, K. 2002.** Vernalisation Response of Some Winter Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L.). Czech J. Genet. Plant Breed., 38, 2002 (3–4): 97–103.

- Kuruvadi, S., Velasco, J., Vázquez, L. y Benitez, A. 1998.** Comparación de rendimiento económico, biológico e índice de cosecha en trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo condiciones de temporal. *Agraria* (México) 14 (1-2): 1 – 12.
- López-Bellido, L. 1991.** Cultivos herbáceos. Cereales. Volumen 1. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 539 p.
- Mcintosh, R.; Hart, G.; Devos, K.; Gale, M and Rogers, W. 1998.** Catalogue of Gene Symbols for Wheat. In: Proc. 9th Int. Wheat Genetic Symposium. Vol. 5.
- Mellado, M. 2001.** Las semillas de un siglo. *Tierra Adentro* (Chile). 40: 24 – 25.
- Mellado, M. 2000.** Mejoramiento de trigos harineros (*Triticum aestivum* L.) en la zona centro sur de Chile.: II. Análisis del rendimiento y variables asociadas en trigos de primavera. *Agricultura Técnica*. 60 (1): 32 - 42.
- Mellado, M. y Granger, D. 1988.** Respuesta al nitrógeno y fósforo de variedades de trigos altas y semienanas. II. Variaciones en algunos índices de calidad industrial del grano. *Agricultura Técnica* (Chile). 48(2): 127 - 136.
- Mellado Z, Mario; Granger Z, Denise; Matus T, Ivan. 1989.** Ciko INIA, variedad de trigo de primavera para la zona centro sur de Chile. *Agricultura Técnica* (Ene-Mar 1989) v. 49(1) p. 74-75.
- Mellado Z, Mario; Madariaga B, Ricardo; Granger Z, Dense. 1997.** Tamoi-INIA, variedad de trigo de primavera para la zona centro sur de Chile. *Agricultura Técnica* (Abr-Jun 1997) v. 57(2) p. 136-138.
- Mellado, M. y Madariaga, R. 2003.** Pandora - Inia, nuevo cultivar de trigo harinero de primavera para Chile. *Agricultura Técnica*. 63 (3): 319 - 322.
- Mellado, M.; Madariaga, R. y Granger, D. 2000.** Opala-Inia, Nueva Variedad De Trigo De Primavera Para La Zona Centro-Sur De Chile. *Agricultura. Técnica*. 60 (4): 415 - 418.
- Molina, J. 1989.** La cebada: Morfología, fisiología, genética, agronomía y usos industriales. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 252 p.
- Mulero, E. 2005.** El trigo. El cultivo del trigo en la zona sur del término municipal de morón de la Frontera (Sierra sur de Sevilla). *Revista Digital Investigación y Educación*. Nº 19. Del web: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_revista/en/se/archivos/N_19_2005/trigo.pdf#search=%22calidad%2Btrigo%2Bgluten%2Bpeso%20hectolitro%2Bsedimentacion%22 (25/09/2006).

- ODEPA. 2006.** Superficie de siembra de cultivos anuales por temporada. Base de datos estadísticos. Documento en línea. Del web: <http://www.odepa.cl> (26/09/2006).
- Pantanelli, A. 2006.** Parámetros industriales de la calidad del trigo. AAPROTRIGO. Documento en línea. Del web: http://www.aaprotrigo.org/calidad%20panadera/parámetros_industriales_calidad_trigo.htm (25/06/06).
- Peña, R. 1996.** Combining high yield potential and grain quality in wheat. In: Reynolds, M.; Rajaram, S. and McNab, A. (eds.). Increasing yield potential in wheat: breaking the barriers. CIMMYT, Mexico. p.215-218.
- Porter, J. and Gawith, M. 1999.** Temperatures and the growth and development of wheat: A review. European Journal of Agronomy. 10: 23–36.
- Pugsley, A. 1972.** Additional genes inhibiting winter habit in wheat. Euphytica, 21: 547–552.
- Quiroz, F. y Pereyra, V. 2002.** Evaluación de cultivares comerciales de girasol. Evolución ciclo 2001/02. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Documento en línea. Del web: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/oleag/ret/02/girasol2002.htm> (03/10/2006).
- Ramírez, I.; Cortazar, R.; Hacke, E.; Zerene, M. y Granger, D. 1997.** Huayun INIA, nueva variedad de trigo para la zona central de Chile (*Triticum aestivum* L.) Agricultura Técnica. 57(3): 218 – 220.
- Ritchie, J.. 1991.** Wheat phasic development. p. 31–54. In Hanks, J. and Ritchie, J. (ed.) Modeling plant and soil systems. Agronomy Monografy. 31. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Rodríguez, J. 1992.** La fertilización de los cultivos: un método racional. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 270 p.
- SAG. 1994.** Normas generales y específicas de certificación de semillas. Servicio Agrícola y Ganadero. Departamento de Semillas. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 190 p.
- Santiveri, P. 1991.** Influencia del hábito de crecimiento sobre el comportamiento agronómico y fisiológico del Triticale Hexaploide (*Xtriticosecale*, Wittmack). Tesis Doctoral, Universidad de Lleida, España. 97 p.
- Scarth, R.; Kirby, E. and Law, C. 1985.** Effects of the Photoperiod Genes *Ppd1* and *Ppd2* on Growth and Development of the Shoot Apex in Wheat. Annals of Botany 55: 351-359.
- Scarth, R., and Law, C. 1984.** The control of the day-length response in wheat by the group 2 chromosomes. Z Pflanzenzuchtg. 92:140–150.

- Shi, Y.; Seib, P. and Bernardin, J. 1994.** Effects of temperature during grain-filling on starches from six wheat cultivars. *Cereal Chemical*. 71 (4): 369 - 383.
- Simmons, S.; Oelke, E. and Anderson, P. 1995.** Guide for Spring Wheat. University of Minnesota. Extension Service. Documento en línea. Del web : <http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC2547.html> (14/09/2006).
- Simmons, S.; Rasmusson, D. y Wiersma, J. 1982.** Tillering in barley: genotype, row spacing and seeding rate effects. *Crop Science*. 22:801-805.
- SNA. 1996.** Reglamento para las transacciones según calidad, de trigo harinero de pan. El Vocero Agrícola (Chile). N° 345. 4p.
- Snape J.; Law, C. and Worland, A. 1976.** Chromosome variation for loci controlling ear emergence time on chromosome 5A of wheat. *Heredity*. 37: 335–340.
- Stapper, M. and Fischer, R. 1990.** Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. II. Growth, yield and nitrogen use. *Australian Journal of Agricultural Research* 41(6):1021-1041.
- Tripathi, S.; Sayre, K. and Kaul, J. 2004.** Genotypic effects on yield, N uptake, NUTE and NHI of spring wheat. 4th International Crop Science Congress.
- USDA. 2006.** Glossary of Biotechnology Terms. Documento en línea. Del web: http://www.csrees.usda.gov/nea/biotech/res/biotechnology_res_glossary.html (26/09/2006).
- Verges, R. y Vázquez, D. 2004.** Calidad industrial del trigo: un tema que, como el pan, se puso sobre la mesa. *El País Agropecuario* (Uruguay). 113: 25 – 28.
- Yazdanseps, A. 1997.** Studies of the stability, heritability, components and sub-components of harvest index in wheat. Thesis. University of Guelph. Ottawa, Canada. 170 p.

9. ANEXOS.

Anexo 1. Características principales del suelo perteneciente a la serie Freire.

Familia:	Temuco.
Serie:	Freire.
Clasificación:	Medial, mesic
Fisiografía:	Depresión intermedia.
Drenaje:	Bueno.
Temperatura del suelo:	Media anual 14.6°; verano 17.5° C.
Topografía:	Plana con pendiente 1 a 3%
Material parental:	Cenizas volcánicas modernas.
Profundidad del suelo:	45 y 85 cm., siendo lo dominante entre 50 y 70 cm.
Textura del perfil:	Franco limosa
Régimen de humedad:	Udico.
Régimen de temperatura:	Mesico.

Fuente: Mella y Khüne, 1985.

Anexo 2. Análisis químico del suelo Estación Experimental Maquehue.

Componente	Unidad	Contenido
Nitrógeno	ppm	36
Fósforo	ppm	9
Potasio	ppm	90
pH H ₂ O	---	6,21
Materia orgánica	%	16
Potasio	Meq/100 g	0,10
Sodio	Meq/100 g	0,38
Calcio	Meq/100 g	9,05
Magnesio	Meq/100 g	1,18
Aluminio	Meq/100 g	0,02
Suma de bases	Meq/100 g	10,71
CICE	Meq/100 g	10,73
Saturación de Aluminio	%	0,19
Boro	ppm	0,52
Azufre	ppm	8

Fuente: Laboratorio de análisis químico de suelo, Instituto de Agroindustria, Universidad de la Frontera, Temuco.

Anexo 3. Registro de pluviometría y evaporación, temporada 2004 – 2005.

Mes	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Balance
Mayo (2004)	18,9	39,6	-20,7
Junio	232,6	21,7	210,9
Julio	185,8	35,6	150,2
Agosto	93,8	52	41,8
Septiembre	91,8	61,3	30,5
Octubre	222,4	49,8	172,6
Noviembre	90,4	99,1	-8,7
Diciembre	36,4	117,8	-81,4
Enero (2005)	33	142,7	-109,7
Febrero	0,4	129,8	-129,4
Total periodo	1005,5	749,4	

Fuente: Dirección de Aeronáutica Civil, Estación Maquehue, Temuco.

Anexo 4. Anova para la variable Altura de plantas (cm), en doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: ALTURA					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	0,18	11	0,02	15,54	0,000
Intercept	53,09	1	53,09	50761,56	0,000
VARIEDAD	0,18	11	0,02	15,54	0,000
Error	0,04	36	0,00		
Total	53,30	48			
Total corregida	0,22	47			
a R cuadrado = ,826 (R cuadrado corregida = ,773)					

Anexo 5. Anova para la variable Rendimiento de grano (qqm /há), en doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: RENDIMIENTO					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	1759,6	11	159,96	2,89	0,0079
Intercept	469241,0	1	469240,98	8478,25	0,0000
VARIEDAD	1759,6	11	159,96	2,89	0,0079
Error	1992,5	36	55,35		
Total	472993,0	48			
Total corregida	3752,0	47			
a R cuadrado = ,469 (R cuadrado corregida = ,307)					

Anexo 6. Anova para la variable Peso de grano (gramos 1000 granos⁻¹), en doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: PESO DE GRANO					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	10,07	11	0,92	27,13	0,000
Intercept	1114,48	1	1114,48	33034,56	0,000
VARIEDAD	10,07	11	0,92	27,13	0,000
Error	1,21	36	0,03		
Total	1125,76	48			
Total corregida	11,28	47			
a R cuadrado = ,892 (R cuadrado corregida = ,859)					

Anexo 7. Anova para la variable Peso Hectolitro (Kg L⁻¹), en doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: PESO HECTOLITRO					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	237,07	11	21,552	80,56	0,000
Intercept	306688,21	1	306688,213	1146349,19	0,000
VARIEDAD	237,07	11	21,552	80,56	0,000
Error	9,63	36	0,268		
Total	306934,92	48			
Total corregida	246,70	47			
a R cuadrado = ,961 (R cuadrado corregida = ,949)					

Anexo 8. Anova para la variable Índice de Cosecha (IC), en doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: INDICE COSECHA					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	0,04	11	0,00	33,762	0,000
Intercept	10,83	1	10,83	102335,096	0,000
VARIEDAD	0,04	11	0,00	33,762	0,000
Error	0,00	36	0,00		
Total	10,87	48			
Total corregida	0,04	47			
a R cuadrado = ,912 (R cuadrado corregida = ,885)					

Anexo 9. Análisis de correlación para las distintas variables, en doce cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral.

Correlaciones

		VARIEDAD	ALTURA	RENDTO	P GRANO	P HECTOL	IND COS
VARIEDAD	Correlación de Pearson	1	,236	-,162	-,406**	,682**	,012
	Sig. (bilateral)	.	,106	,271	,004	,000	,934
	N	48	48	48	48	48	48
ALTURA	Correlación de Pearson	,236	1	-,484**	-,136	,200	-,434**
	Sig. (bilateral)	,106	.	,000	,358	,173	,002
	N	48	48	48	48	48	48
RENDTO	Correlación de Pearson	-,162	-,484**	1	,040	,003	,318*
	Sig. (bilateral)	,271	,000	.	,789	,986	,028
	N	48	48	48	48	48	48
P_GRANO	Correlación de Pearson	-,406**	-,136	,040	1	-,413**	-,137
	Sig. (bilateral)	,004	,358	,789	.	,004	,352
	N	48	48	48	48	48	48
P_HECTOL	Correlación de Pearson	,682**	,200	,003	-,413**	1	,307*
	Sig. (bilateral)	,000	,173	,986	,004	.	,034
	N	48	48	48	48	48	48
IND_COS	Correlación de Pearson	,012	-,434**	,318*	-,137	,307*	1
	Sig. (bilateral)	,934	,002	,028	,352	,034	.
	N	48	48	48	48	48	48

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).