

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE DIEZ CULTIVARES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE HABITO DE DESARROLLO PRIMAVERAL Y ALTERNATIVO, ESTABLECIDAS EN TRES EPOCAS DE SIEMBRA, EN RELACION AL RENDIMIENTO Y CALIDAD, EN EL VALLE CENTRAL DE LA REGION DE LA ARAUCANIA.

Tesis 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.

SALVADOR ALEXI RAÑINAO LEVI

PROFESOR GUÍA: JUAN CARLOS GARCÍA DIEZ

**TEMUCO – CHILE
2010**

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE DIEZ CULTIVARES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE HABITO DE DESARROLLO PRIMAVERAL Y ALTERNATIVO, ESTABLECIDAS EN TRES EPOCAS DE SIEMBRA, EN RELACION AL RENDIMIENTO Y CALIDAD, EN EL VALLE CENTRAL DE LA REGION DE LA ARAUCANIA.

Tesis 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.

SALVADOR ALEXI RAÑINAO LEVI

PROFESOR GUÍA: JUAN CARLOS GARCÍA DIEZ

**TEMUCO – CHILE
2010**

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DIEZ CULTIVARES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DE HABITO DE DESARROLLO PRIMAVERAL Y ALTERNATIVO, ESTABLECIDAS EN TRES EPOCAS DE SIEMBRA, EN RELACION AL RENDIMIENTO Y CALIDAD, EN EL VALLE CENTRAL DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANIA.

PROFESOR GUÍA JUAN CARLOS GARCÍA DIEZ.
INGENIERO AGRONOMO.
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA

PROFESOR RODOLFO PIHÀN SORIANO
CONSEJERO INGENIERO AGRONOMO
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA.

CALIFICACIÓN

INDICE

Capitulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Generalidades del trigo.	3
2.2	Tipos de cultivares	3
2.2.1	Trigos Invernales.	4
2.2.2	Trigos Primaverales.	4
2.2.3	Trigos Alternativos	5
2.3	Fenologías de las variedades	5
2.3.1	Fenología de trigos de primavera	6
2.4	Efectos de la fecha de siembra sobre el rendimiento	6
2.5	Interacción entre Fecha de siembra y variedad	7
2.6	Rendimiento	8
2.6.1	Componentes del rendimientos	9
2.6.2	Rendimiento en cultivares primaverales	10
3	MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1	Ubicación del ensayo.	11
3.2	Cultivares utilizados.	11
3.2.1	Don Manuel	11
3.2.2	Tricahue	11
3.2.3	Pantera INIA	12
3.2.4	Bakan Baer	12
3.2.5	Rupanco INIA	12
3.2.6	Crac Baer	13

3.2.7	Verónica	13
3.2.8	Fritz Baer.	13
3.2.9	Pandora INIA	14
3.2.10	Otto Baer	14
3.3	Diseño experimental	15
3.4	Manejo agronómico	15
3.4.1	Precultivo y preparación de suelo.	15
3.4.2	Siembra.	16
3.4.3	Fertilización.	16
3.4.4	Manejo Sanitario.	17
3.5	Evaluaciones realizadas	17
3.5.1	Peso de los 1.000 granos.	17
3.5.2	Peso hectólitro.	18
3.5.3	Altura de planta adulta.	18
3.5.4	Rendimiento de grano.	18
3.6	Análisis Estadístico	18
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS	19
5	CONCLUSIONES	29
6	RESUMEN	30
7	SUMMARY	31
8	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	32
9	ANEXOS	34

ÍNDICE DE CUADROS.

Número		Página
1	Significación de los valores de F para el análisis de varianza de varios índices de calidad y rendimiento en 10 variedades de trigo sembradas en tres fechas de siembra.	19
2	Efecto del tipo de variedad en la altura de planta, evaluadas en 3 épocas de siembra.	20
3	Efecto de la fecha de siembra sobre la altura de planta en 10 variedades.	21
4	Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento de 10 variedades, en la estación experimental Maquehue. Temporada 2009-2010.	23
5	Efecto del tipo de variedad en el peso de los 1.000 granos, evaluadas en 3 épocas de siembra.	24
6	Efecto de la fecha de siembra sobre el peso de los 1.000 granos en 10 variedades.	26
7	Efecto del tipo de variedad en el peso hectólitro, evaluadas en 3 épocas de siembra.	27
8	Efecto de la fecha de siembra sobre el peso hectolitro en 10 variedades.	28

1. INTRODUCCIÓN.

El trigo en Chile se cultiva en una amplia zona que abarca desde la III a la X región, no obstante su superficie y producción se concentra en la Zona Sur del país, entre las regiones VIII y IX, donde se obtiene el 65% del total nacional. En los últimos años, la IX región ha ido aumentando su participación en la producción nacional, pasando de 29% a 39% en la última década. (Fundación Chile, 2005).

Es muy importante estar permanentemente actualizado acerca de las variedades existentes, ya que año a año están apareciendo nuevas variedades, mientras otras se van dejando de comercializar. Esta dinámica en el campo de las variedades obedece, por una parte, a la susceptibilidad que van adquiriendo algunas variedades a ciertas enfermedades, y por otra, a los avances genéticos que permiten ir logrando mayores potenciales de rendimiento y un producto de mejor calidad. En este sentido, siempre será recomendable evaluar a nivel predial el desempeño de las nuevas variedades que van apareciendo en cada zona, y compararlo con el de las variedades que están en uso. (Faiguenbaum, 2003).

La fecha de siembra es un factor muy importante en la producción de las variedades y su aplicación adecuada generalmente no implica aumentos en los costos de producción. (Mellado, 2007).

Basado en este contexto, se definió como objetivo general de esta investigación:

Evaluar el comportamiento agronómico y calidad de diez cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral y alternativo destinados a la producción de grano, en tres épocas de siembra en el llano central de la Región de La Araucanía.

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- A. Comparar el rendimiento total de granos, en las diferentes épocas de siembra, para los cultivares: Don Manuel, Tricahue, Pantera INIA, Bakan Baer, Rupanco INIA, Crac Baer, Verónica, Fritz Baer, Pandora INIA, Otto Baer.

- 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.

Dejando establecida como hipótesis la existencia de diferencias significativas en relación al rendimiento de los cultivares mencionadas con anterioridad y en sus diferentes épocas de siembra.

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 Éufrates (López-Bellido, 1991).

El trigo está representado por dos especies monocotiledóneas, las cuales son de carácter anual y pertenecen a las familias 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).

La superficie de siembra de trigo en Chile ha ido decayendo año tras año alcanzando para la temporada 2009/2010 aproximadamente 264 mil hectáreas (ODEPA, 2010). Siendo la zona de mayor importancia en superficie y producción la Región de la Araucanía, para la cual el trigo es el rubro más relevante, tanto social como económicamente (FIA, 2003).

2.2 Tipos de cultivares.

Según Mellado, 2007 los cultivares, considerando el hábito de desarrollo, así como los requerimientos de frío que necesita cada variedad para cambiar del estado vegetativo al reproductivo, los trigos se clasifican en invernales, alternativos y primaverales. Durante el estado de plántula los trigos invernales tienen en general, hábito de crecimiento rastrero o semirastrero; los trigos alternativos son semirastreros, en tanto que los de primavera son erectos.

Debido fundamentalmente a las características climáticas, en Chile se siembran los tres tipos de variedades, lo que en cierta manera contribuye a mantener una variabilidad genética abundante y, como consecuencia, se logra una mayor defensa ante eventuales adversidades biológicas (Mellado, 2007).

2.2.1 Trigos invernales

Tienen habito de crecimiento inicial rastrero y un periodo de siembra a madurez de cosecha de alrededor de nueve meses. Además, entre siembra y macolla, requieren un periodo de bajas temperaturas o vernalización, para inducir el espigado (Mellado, 2007).

2.2.2 Trigos primaverales

Estas Variedades requieren una cantidad mínima o cero vernalización; la mayoría de las variedades de primavera modernas son insensibles a fotoperiodo y pueden espigar en cualquier época del año, dependiendo de la fecha de siembra, lo que atendiendo a características climáticas puntuales, muchas veces resulta perjudicial. Los trigos de primavera tienen crecimiento inicial erecto y un periodo de siembra hasta madurez de cosecha de 5 a 7 meses según la fecha de siembra. Presentan un crecimiento continuo desde siembra a cosecha, a diferencia de los trigos invernales que en un cierto periodo de su fase vegetativa entran en un periodo de letargo, donde se produce un crecimiento mínimo destinado a lograr una mayor adaptación al frío (Mellado, 2007).

2.2.3 Trigos alternativos

Tienen su origen en el cruzamiento entre trigos invernales y primaverales. Son de crecimiento inicial semi-erecto y tienen menor requerimiento de vernalización que los trigos invernales, pero mayor tolerancia al frío que los trigos de primavera (Subedi y otros, 1998). El periodo de siembra a madurez de cosecha, generalmente se ubica entre el ciclo de tiempo de los trigos invernales y primaverales, con algunas variaciones dadas por las características de sus progenitores y por el tipo de selección efectuada durante la etapa de segregación. Considerando la amplitud en la fecha de siembra y la mejor calidad del grano, las variedades de hábito alternativo han reemplazado en gran proporción a las invernales (Mellado, 2007).

2.3 Fenologías de las variedades

El crecimiento y desarrollo de la planta de trigo es una consecuencia de eventos fenológicos que están influenciados por las interacciones entre su constitución genética y los factores ambientales. En la medida que se logra comprender la fisiología de la planta, respecto a los factores involucrados en su dinámica de desarrollo y aumento de biomasa, y a ello se adiciona un conveniente manejo agronómico, tales como fecha de siembra adecuada, control de las enfermedades, nutrición del cultivo, etc., será posible evitar o disminuir imprevistos, consiguiendo una producción mas estable y elevada, con un menor costo económico y ambiental (Mellado, 2007).

En el manejo agronómico del trigo, es difícil entender los procesos que se van sucediendo en las diversas etapas fonológicas desde la siembra a la cosecha. Para uniformar los conceptos, estas etapas han sido codificadas por algunos investigadores como Large (1954), Zadoks y otros (1974), quienes han dado una numeración a las diferentes etapas de desarrollo de la planta que transcurren desde el estado vegetativo (siembra/emergencia a primordio floral), al reproductivo (iniciación floral hasta la madurez fisiológica del grano).

2.3.1 Fenología de trigos de primavera

La duración de la fase vegetativa, que se extiende desde la siembra de la semilla hasta termino de macolla, y donde se inicia el crecimiento y desarrollo de raíces, tallos y hojas, se acorta a medida que se atrasa la fecha de siembra lo que tiene gran importancia desde el punto de vista del manejo agronómico que se debe hacer al cultivo. No obstante, la duración del periodo reproductivo que se inicia con el encañado y la formación del primordio de la espiga, y que termina en la madurez fisiológica cuando el grano está pastoso, es menos dependiente de la fecha de siembra. De manera practica, el inicio del encañado corresponde al momento cuando mediante el tacto se puede detectar el primer nudo, el que se ha distanciado de los otros nudos que aun se mantienen en la zona de la corona. Desde el punto de vista fisiológico, cuando se inicia el encañado también se empieza a formar la espiga (Mellado, 2007).

2.4 Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento

La fecha de siembra es una practica agronómica que integra tanto a factores ambientales como aquellos efectuados por el productor, los que en conjunto inciden en el rendimiento final de una variedad, porque al establecer el momento de siembra, al mismo tiempo se están imponiendo las condiciones en que se desarrollara la planta, tales como humedad del suelo, niveles de temperatura del aire y del suelo, Fotoperiodo, disponibilidad y eficiencia de uso de los fertilizantes, duración y eficiencia del proceso fotosintético, y las probabilidades de ataque de ciertas enfermedades (Mellado, 2007).

La mayoría de las variedades es factible sembrarlas durante un periodo que puede extenderse entre uno a tres meses, pero existe un rango mas estrecho, o fecha optima, en la cual la variedad expresa su mayor rendimiento, cuando ha recibido un manejo adecuado (Mellado, 1989). En otros términos, la fecha de siembra óptima es aquella que permite sincronizar el crecimiento y desarrollo de una variedad, con sus requerimientos de agua, temperatura, fotoperíodo, radiación y respuesta a enfermedades, durante cada uno de los periodos fonológicos que forman su ciclo de vida. Esta sincronización de los ritmos biológicos permitirá, por ejemplo,

que durante la etapa de reproducción exista una compensación natural entre los componentes de rendimiento. Esto significa que cuando uno de ellos cambia en una dirección, otro lo hará en sentido contrario. En la mayoría de los casos, los componentes “espiga por unidad de superficie” y “granos por espiga” son los que tienen más relación con el nivel del rendimiento, en tanto que el peso de la semilla se comporta como un factor mas estable, salvo que la variedad hubiese sido dañada por factores bióticos o abióticos, que hayan afectado el desarrollo del grano como en el caso de una sequía tardía o una enfermedad radicular (Mellado, 2007).

Respecto al comportamiento de variedades de primavera en distintas fechas de siembra, se ha observado que el rendimiento de grano, y sus componentes de rendimiento, son mas afectados por el factor ambiental, o fecha de siembra, que por el genético o variedad (Mellado, 2007).

Una consecuencia de las siembras tardías de trigos de primavera es la reducción drástica del ciclo vegetativo, lo que también afecta el rendimiento del grano. La reducción del ciclo vegetativo se explica, según Del Pozo (1988), porque a medida que se atrasa la fecha de siembra, el cultivo crece bajo el efecto de las temperaturas mas altas y días mas largos, produciéndose un acortamiento de las etapas fenológicas, en especial aquellas anteriores al espigado.

En resumen, se puede concluir que una fecha oportuna de siembra contribuye a la obtención de buen rendimiento; además, por adecuado que sea el manejo de una siembra tardía, normalmente no se consigue anular los efectos negativos asociados a ella, y que si bien hay diferencias entre variedades, todas se perjudican con las siembras tardías.

2.5 Interacción entre fecha de siembra y variedad

Desde el momento en que cada variedad tiene su fecha optima de siembra, se deduce que si un grupo de variedades se siembra simultáneamente en diferentes fechas, las líneas de rendimiento no serán paralelas, sino que se cruzaran al menos una vez (Mellado, 2007).

Evidentemente que lo ideal seria disponer de variedades de trigo estables y de amplia adaptabilidad, pero se ha visto que ello es muy difícil en nuestro país, debido a las grandes

diferencias en los tipos de suelo usados en este cultivo, a diferencias climáticas y al factor sanitario. Esto se traduce en la siembra de una gran cantidad de variedades, a pesar que la superficie nacional es relativamente pequeña (Mellado, 2007).

Es muy importante estar permanentemente actualizado acerca de las variedades existentes, ya que año a año están apareciendo nuevas variedades, mientras otras se van dejando de comercializar. Esta dinámica en el campo de las variedades obedece, por una parte, a la susceptibilidad que van adquiriendo algunas variedades a ciertas enfermedades, y por otra, a los avances genéticos que permiten ir logrando mayores potenciales de rendimiento y un producto de mejor calidad. En este sentido, siempre será recomendable evaluar a nivel predial el desempeño de las nuevas variedades que van apareciendo en cada zona, y compararlo con el de las variedades que están en uso. (Faiguenbaum, 2003).

Peltonen (1992), señala que el medio ambiente regula fuertemente la duración del periodo reproductivo, y ello pareciera ser el principal factor que afecta la relación entre rendimiento y calidad

2.6 Rendimiento.

El rendimiento mide la eficiencia de producción de grano por unidad de superficie y es uno de los 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 *at al.* 1955, citados por Beratto, 1974), Parodi (1980), citado por Rubio (1993), definió el rendimiento, expresado en forma absoluta, como el carácter multigénico por excelencia, en cuya expresión participan, en acción e interacción, todos los genes y mecanismos de las plantas. Debido a esto, es fuertemente modificado por el medio ambiente.

2.6.1 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 distribución de las distintas partes de la planta a la producción de grano y las causas de la variación del rendimiento final (Molina, 1989). En relación a lo último, Barriga (1974) determino que en el 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 grados 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 granos y el número de granos por metro cuadrado.

- a) **peso de grano:** éste componente del rendimiento tiene su origen y formación entre anthesis y madurez fisiológica, periodo en el que se produce el llenado de grano. Su expresión depende del genotipo, presencia de enfermedades, nutrición, estrés híbrido 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-Mellado, 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 anthesis a madurez fisiológica. Asimismo, se ha observado que tiene una interacción compensatoria con el número de granos m^{-2} , ya que existe un bajo número de granos m^{-2} , el peso del grano tiende a ser mayor y se correlaciona positivamente con el rendimiento. Por lo contrario, cuando existe un alto numero 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 anthesis 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 (López-Bellido, 1991). Como éste componente se determina a partir del número de espigas m^{-2} y del número de granos espiga⁻¹, está influenciando por el genotipo, dosis de siembra, fertilización nitrogenada, radiación y el riego (Briggs y Antenfis, 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 grano m^{-2} es un buen estimador para explicar el crecimiento y desarrollo del cultivo en el periodo de pre-antesis (Evans, 1983).

2.6.2 Rendimiento en cultivares primaverales.

De acuerdo a ensayos efectuados en INIA en la zona centro sur bajo condiciones de secano, el rango de rendimiento de cinco cultivares fue de 51 a 93 qqm ha^{-1} (mellado y Madariaga, 2003).

Garrido, 2009, en tanto obtuvo rendimientos entre 88 y 108,3 qqm ha^{-1} los cuales fueron en concordancia al potencial descrito en las cartillas de divulgación de cada variedad analizada.

Hewstone y Jobet, 2005, obtuvieron un rendimiento promedio para tres temporadas de 8.66 qqm ha^{-1} en la variedad Rupanco-INIA en secano del valle central de la Región de La Araucanía.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Ubicación del ensayo.

El experimento fue desarrollado durante la temporada 2009 – 2010 en el campo Experimental Maquehue de La Universidad De La Frontera, ubicado en la comuna de Freire, provincia de Cautín, Región de La Araucanía, Chile, a 38° 47' Lat. S y 73° 42' Long. O.

3.2. Cultivares utilizados.

Se utilizaron 10 cultivares de trigo de hábito de desarrollo primaveral y alternativo, los cuales se utilizan frecuentemente en la zona.

3.2.1. Don Manuel.

Tipo de Trigo Panadero, Hábito de crecimiento Primaveral, Altura de planta 88 cm., Días a espigadura 80 – 95. Tolerante a Roya Amarilla (*Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*), Moderadamente susceptible a Roya colorada (*Puccinia triticina* Erikss.), Moderadamente susceptible a Septoria (*Septoria tritici*). Dosis de Semilla 160- 180 kg/ha, Peso de los 1.000 granos 37 g, Peso del hectolitro 81 - 83 kg/hl. Proteína 11 - 13 %, Gluten húmedo 30 - 32 %, Sedimentación corregida 34 - 38 ml. Zona de adaptación: IV y VI región Mayo/Julio, VIII a IX Agosto/Septiembre.

3.2.2. Tricahue.

Tipo de trigo panadero, Hábito de crecimiento Alternativo muy precoz, Altura de planta de 88 a 92 cm., Días a espigadura 75-115. Susceptible Roya Amarilla, Susceptible Roya colorada, Moderadamente susceptible Oídio, Susceptible Septoria. Dosis de Semilla 160-180kg/há., Peso de los 1.000 granos 50 g, Peso del hectolitro 80 - 83 kg/hl. Proteína 10 - 12 %, Gluten húmedo 30 - 32 %, Sedimentación corregida 34 - 38 ml.

Gluten húmedo 29 - 31 %, Sedimentación corregida 30 - 36 ml. Zona de adaptación: VIII región Mayo/Agosto, IX a X región Agosto/Septiembre.

3.2.3. Pantera INIA.

Es una variedad derivada de la variedad Pandora-INIA, no difiere en sus características morfológicas, y de desarrollo, es decir, es un trigo de hábito primaveral y crecimiento erecto al estado de plántula. La altura varía entre 85 y 95 cm. presenta moderada susceptibilidad a la roya estriada (*Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*), y roya colorada de la hoja (*Puccinia triticina* Erikss.). Ha presentado moderada resistencia al oidio causado por el hongo *Blumeria graminis* D C. f. sp. *Tritici* Marchal., y susceptibilidad a septoriosis de la hoja (*Mycosphaerella graminicola* Fuckel J. Schröt). Pantera-INIA es una variedad recomendada para ser sembrada entre las regiones Metropolitana y Decima.

3.2.4. Bakan Baer.

Hábito de crecimiento Alternativo, Tipo de crecimiento Semi erecto, Altura 90 - 100 cm., Con tolerancia a suelos ácidos similar a Otto y Crac, pero con un potencial de rendimiento superior, Peso 1000 granos 41.5 - 47.0 g, Peso hectolitro 78.8 kg/hL. Proteína 14 % MS/12 % MH (14%), Gluten húmedo 36.5 %, Sedimentación 44 - 59 cc. Resistente a polvillo estriado (*Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*), resistente a Roya colorada (*Puccinia triticina* Erikss), tolerante a Septoria (*septoria tritici*). Época de siembra Región de la Araucanía y Región de Los Lagos, Secano Junio a Agosto.

3.2.5. Rupanco INIA.

Se le clasifica como un trigo alternativo, adaptándose muy bien a épocas de siembra intermedias tales como mediados de junio a principios de agosto. De hábito de crecimiento semirastrero, con buena capacidad de macollaje y baja altura, la que varía entre 85 y 105 cm, con un promedio de 93 cm, Resistente a Roya Estriada (*Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*),

Moderadamente Resistente Roya Colorada (*Puccinia triticina* Erikss.), Moderadamente Resistente Oídio *Blumeria graminis* D C. f. sp. *Tritici* Marchal), y Moderadamente Resistente Septoria (*septoria tritici*). Peso de 1000 granos: rango entre 28.9 y 41.8 g., Sedimentación: 28 - 32cc., Peso hectolitro: 80 – 82 kg/hl., Gluten húmedo: 24 – 28%.

3.2.6. Crac Baer.

Hábito de crecimiento Alternativo, Tipo de crecimiento Semirastrero, Altura 110 cm, Espiga Sin barbas, Grano Blanco, Amplio rango de adaptación. Tolerancia a acidez Buena a muy buena. Peso 1000 granos 45.0 g., Peso hectolitro 81 - 83 kg/hL., Proteína 11 % MS / 9.5 % MH (14%), Gluten húmedo 28 - 32 %, Sedimentación 40 cc. Susceptible a Septoria (*septoria tritici*), Resistente a Polvillo Estriado (estriada *Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*), Susceptible a Polvillo Colorado (*Puccinia triticina* Erikss.). Época de siembra: Abril a Julio.

3.2.7. Verónica.

Se clasifica como un trigo Primavera precoz, espiga barbada, alto peso grano, buena calidad molinera, recomendación de siembra desde región Metropolitana a región del Bio-bio, tolerante a roya estriada (*Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*), y muy susceptible a Septoria (*septoria tritici*)

3.2.8. Fritz Baer.

Hábito de crecimiento Alternativo Precoz, Tipo de crecimiento Semi erecto, Altura 90 - 120 cm, Espiga Sin barbas, Grano Rojizo. Trigo de panificación directa de muy alta extracción de harina, Peso 1000 granos 50 - 60 g., Peso hectolitro 78 - 82 kg/hL. Proteína 11 % MS / 9.5 % MH (14%), Gluten húmedo 26 - 30 %, Sedimentación 40 cc. Tolerante Septoria (*septoria tritici*), Resistente Polvillo Estriado (*Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*) Resistente Polvillo Colorado (*Puccinia triticina* Erikss.). Época de siembra: R. Araucanía Secano: Junio a Julio.

3.2.9. Pandora INIA.

Es un trigo de hábito primaveral que tiene crecimiento erecto al estado de plántula. La altura de la planta adulta varía entre 90 y 95 cm, el peso de 1.000 semillas sobre este mallaje es de 48 a 50 g, y el peso de 1.000 semillas sin seleccionar es de 46 a 48 g. Reacciona homogénea y fuertemente con el fenol tomando color oscuro. Hasta la temporada 2002/03 Pandora-INIA ha mostrado moderada susceptibilidad a las roya estriada (*Puccinia striiformis* West. f. sp. *tritici*), colorada de la hoja (*Puccinia triticina* Erikss.), y de la caña (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. y Henn.), y moderada resistencia al oídio causado por el hongo *Blumeria graminis* D. C. f. sp. *tritici* Marchal (Cuadro 1). Ha mostrado susceptibilidad a septoriosis de la hoja (*Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt.) en siembras de otoño, y no en las de primavera en las que principalmente se recomienda este cultivar. Sedimentación: 36 - 43cc., Peso hectolitro: 82 - 84 kg/hl., Gluten húmedo: 36 - 43%, Dureza de grano: 27.5%. Época de siembra: Zona sur IX y X Región desde 15 de agosto a 30 de septiembre.

3.2.10. Otto Baer.

La variedad más sembrada del sur. Características Principales: Hábito de crecimiento Trigo alternativo, Tipo de crecimiento Semirastrero, Altura 75 - 100 cm, Espiga Sin barbas Blanca-amarillenta inclinada a madurez, Tolerante a acidez y Aluminio.

Zona de Adaptación y Época de Siembra, R. Maule a R. Bío-Bío Mayo a Julio, Región de la Araucanía Junio a Agosto. Resistencia a enfermedades; Tolerante a Septoria (*septoria tritici*), Resistente a Polvillo Estriado (*Puccinia striiformis* West. F. sp. *tritici*), Susceptible a Polvillo Colorado (*Puccinia triticina* Erikss). Color de grano Café rojizo, Peso 1000 granos 37.0 - 37.5 g, Peso hectolitro 78 - 81 kg/hL., Proteína 11 % MS / 9.5 % MH(14%), Gluten humedo 28 - 34 %, Sedimentación 35 - 50 cc.

3.3. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, en donde se consideraron tres épocas de siembra para cada cultivar y cuatro repeticiones en cada época.

La superficie de las unidades experimentales fue:

Época I: 27 julio 2009, 7 hileras a 18cm. (entre hilera) de 4,5 metros

$$4 \text{ hileras cosechadas } (4 \times 18 = 72 \text{ cm.}) \quad 0,72 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 3,24 \text{ m}^2$$

Época II: 17 agosto 2009, 7 hileras a 18cm. (entre hilera) de 4,5 metros

$$4 \text{ hileras cosechadas } (4 \times 18 = 72 \text{ cm.}) \quad 0,72 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 3,24 \text{ m}^2$$

Época III: 8 septiembre 2009, 7 hileras a 18cm. (entre hilera) de 4,5 metros

$$4 \text{ hileras cosechadas } (4 \times 18 = 72 \text{ cm.}) \quad 0,72 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 3,24 \text{ m}^2$$

3.4. Manejo agronómico.

3.4.1. Precultivo y preparación de suelo.

La rotación del suelo previo al establecimiento del trigo fue: Linaza (2008-2009), Trigo (2007-2008), papa (2006-2007).

La preparación del suelo se realizó mediante labranza tradicional, que contemplo el uso de cincel, vibrocultivador y motocultivador, los cuales contribuyeron a lograr una adecuada cama de semillas y un eficaz control de malezas.

3.4.2. Siembra.

Previo a la siembra se realizó un barbecho químico aplicando Glifosato (48%) en dosis de 1,44 litros de Ingrediente Activo (I.A.) há^{-1} (3 litros de N.C. Touchdown há^{-1}).

La dosis de semilla utilizada fue de 200 kg. ha^{-1} para todos los tratamientos y variedades.

Las fechas de siembra fueron:	fecha de cosecha:
Época I: 27 de Julio del 2009.	14 de Febrero 2010.
Época II: 17 de Agosto del 2009.	25 de Febrero 2010.
Época III: 8 de Septiembre del 2009.	25 de Febrero 2010.

3.4.3. Fertilización.

Todos tratamientos recibieron en total: 202 Unidades de Nitrógeno (N) ha^{-1} , 138 Unidades de Fosforo (P_2O_5) ha^{-1} , 235 Unidades de Potasio (K_2O) ha^{-1} , 33 Unidades de Azufre (S) ha^{-1} y 27 Unidades de Magnesio (MgO) ha^{-1} .

Al momento de siembra se aplicó: 300kg. De Superfosfato triple (138 Unidades de P_2O_5 y 60 Unidades de CaO) y 150 kg. Sulpomag (33 Unidades de K_2O , 33 Unidades de S y 27 Unidades de MgO).

El Nitrógeno fue parcializado en tres aplicaciones para cada tratamiento:

- 1ª aplicación 263 kg. de Nitran 27 (71 Unidades de N en emergencia, Zadoks 12)
- 2ª aplicación 263 kg. de Nitran 27 (71 Unidades de N a inicio de macolla, Zadoks 21)
- 3ª aplicación de 460 kg. de Nitrato de potasio (60 Unidades de N y 202 Unidades de K_2O a fines de macolla, Zadoks 29).

3.4.4. Manejo sanitario.

La semilla fue desinfectada previa a la siembra con Triadimenol en dosis de 30cc de I.A. Por 100 kilos de semilla (200cc de N.C. Baytan por 100 kg. de semilla), mas Imidacloprid en dosis de 30cc de I.A. por 100 de semilla (50 cc de Gaucho por 100kg. de semilla).

EL control de malezas se realizó durante la preemergencia con Diuron en dosis de 1litro de I.A. há^{-1} (2 lt. De N.C. Diurex há^{-1}) y en plena macolla (Zadoks 25) con Dicamba en dosis de 90gr. de I.A.+ Tritosulfuron 45gr. De I.A. (180gr. De N.C. Arrat há^{-1}) más Metsulfuron metil en dosis de 3gr. De I.A. há^{-1} (5 gr. de N.C. Aliado há^{-1}).

Para el control de Insectos se utilizó, Clorpirifos en dosis de 62,5cc de I.A./100Lt. agua (250 cc de NC Pyrinex há^{-1}), la que fue aplicada a fines de macolla (Zadoks 29) y otra aplicación a inicio de espigadura (Zadoks 50).

El control de enfermedades se realizo con Azoxystrobin en dosis de 0,188lt. De I.A. há^{-1} (0,75 litros de N.C. Priori há^{-1}) aplicado a fines de encañado (Zadoks 34) y, además, con Prothioconazole + tebuconazole en dosis de 0,2 litros de I.A. há^{-1} (0,8 litros de N.C. Prosaro há^{-1}) el cual fue aplicado a inicio de espigadura (Zadoks 50).

3.5. Evaluaciones realizadas.

3.5.1. Peso de los 1.000 granos.

Para calcular el peso de los 1.000 granos se peso dos muestras de cada parcela que contenían 100 granos en una balanza analítica. En cada parcela se seleccionaron solo los granos enteros sin daños físicos y libres de impurezas. Mediante la siguiente formula se obtuvo el pesos de los 1.000 granos.

$$\text{Peso mil granos} = \frac{1.000 \text{ granos} \times \text{peso (200 granos)}}{200 \text{ granos}}$$

200 granos

3.5.2. Peso hectólitro.

Se utilizó una balanza Chopper, de la cual se obtuvo un volumen de $\frac{1}{4}$ litro de granos para cada parcela, los cuales previamente fueron pasados por un harnero de 2,2 mm., luego la muestra seleccionada libre de impurezas fue pesada en una balanza analítica.

3.5.3. Altura de planta adulta.

Para obtener la altura de la planta adulta se procedió a medir en centímetros cuatro veces en diferentes lugares de la parcela, se tomó la medida desde el suelo hasta la última espiguilla terminal, sin considerar las aristas, y se realizó cuando los trigos estaban completamente espigados.

3.5.4. Rendimiento de grano.

Cada parcela constaba de 7 hileras de las cuales se cortaron las 4 hileras interiores, posteriormente se trilló en una máquina estacionaria marca LB, el grano cosechado fue finalmente pesado en una balanza analítica y el resultado fue llevado a qqm ha^{-1} .

3.6. Análisis estadístico.

A los datos obtenidos, se realizó análisis de varianza (ANOVA) con el objetivo de verificar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos tanto de época de siembra como de diferencias entre cultivares, además, de la interacción genotipo-ambiente. Las diferencias de medias fueron determinadas mediante el test de comparación de medias de Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa JAMP 8.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 1. Significación de los valores de F para el análisis de varianza de varios índices de calidad y rendimiento en 10 variedades de trigo sembradas en tres fechas de siembra.

Características	valores F		
	F. de siembra	Variedad	Interacción
Peso Hectólitro (kg hl ⁻¹)	N.S.	*	*
Peso 1.000 granos (g.)	*	**	**
altura de planta (cm.)	**	**	**
Rendimiento de grano (qqm. Há ⁻¹)	**	**	N.S.

*Significativo al 5%; **significativo al 1%.

N.S.: No significativo.

Los valores de F del análisis de varianza (cuadro 1) indican que la fecha de siembra afectó a todas las variables de calidad y rendimiento analizadas, excepto la característica de peso hectolitro. Además, se puede observar diferencias significativas entre las variedades con respecto a todas las características analizadas. En cuanto a la interacción genotipo-ambiente se observa diferencias significativas en todas características, con excepción del rendimiento del grano, lo que significa que las variedades no fueron afectadas en forma similar en su calidad, por efecto de los cambios de fecha de siembra. Contrario a lo ocurrido con el rendimiento de grano en que todas las variedades fueron afectadas en forma similar por efecto de los cambios de fecha de siembra.

Peltonen (1992), señala que el medio ambiente regula fuertemente la duración del periodo reproductivo, y ello pareciera ser el principal factor que afecta la relación entre rendimiento y calidad. Según los resultados obtenidos por Mellado (1994) no se encontraron diferencias significativas en la interacción genotipo-ambiente en relación al peso Hectólitro, lo que se contrapone con los resultados observados en este trabajo, al comparar ambos trabajos se observa que Mellado (1994) trabajó con tres variedades en cambio en la presente investigación se utilizaron diez variedades diferentes, lo cual aumenta el rango de variabilidad genética y por ende sus resultados. El peso Hectólitro es considerado una característica genética, ya que la

densidad del grano es función de la estructura biológica y la composición química del grano (Klein *et al.*, 1993).

Cuadro 2. Efecto del tipo de variedad en la altura de planta, evaluadas en 3 épocas de siembra.

Época siembra	Variedad									
	D. M.	Trich.	Pant.	Bkn.	Rup.	Crac	Ver.	Fritz	Pand.	Otto
(cm.) Época I	102,3 b	98,6 d	98,6 d	106,9 a	99,5 cd	100,0 bcd	101,4 bc	107,3 a	93,1 e	105,4 a
(cm.) Época II	102,1 cde	99,6 ef	99,8 ef	104,3 bcd	101,7 de	97,8 fg	104,5 bc	108,4 a	96,3 g	105,2 b
(cm.) Época III	96,1 ab	91,8 cde	91,1 de	96,1 ab	92,9 cd	91,9 cde	93,5 bcd	98,4 a	89,4 e	94,5 bc

Diferentes letras en la línea indican significancia al 5%. Tuckey.

Se observa un efecto de genotipo significativo en la altura de planta, respecto de las tres Fechas de siembra evaluadas (cuadro 2.). Analizando la Época I se muestran con una mayor altura significativa las variedades Fritz, Bakan y Otto; en tanto la variedad Pandora presenta la menor altura significativa; un grupo de variedades que no presenta diferencias significativas entre si la componen Don Manuel, Verónica y Crac; otro grupo sin diferencias son Verónica, Crac y Rupanco; el últimos grupo semejante entre si es Crac, Rupanco, Pantera y Tricahue.

La Época II (cuadro 2) presenta a la variedad Fritz como la de mayor altura significativa y las variedades Pandora y Crac como las de menor altura; se encuentran agrupadas sin diferencias significativas entre si las variedades Otto, Verónica y Bakan; otro grupo con iguales características entre ellas está compuesto por Verónica, Bakan y Don Manuel; un grupo similar es el de las variedades Bakan, Don Manuel y Rupanco; el grupo de variedades más numeroso y sin diferencias significativas entre ellas son Don Manuel, Rupanco, Pantera y Tricahue; y por último las variedades Pantera, Tricahue y Crac presentan niveles de altura de planta semejantes.

Para la Época III se observa a las variedades Fritz, Bakan y Don Manuel como las que presentan una mayor altura significativa respecto del resto de las variedades, mientras las variedades Pandora, Pantera, Tricahue y Crac, muestran las menores alturas significativas de planta; en la Época III también se aprecia que no existen diferencias significativas entre las variedades Bakan, Don Manuel, Otto y Verónica; un grupo de variedades que tampoco presenta diferencias significativas entre ellas la componen Otto, Verónica, Rupanco, Crac y Tricahue; las variedades Verónica, Rupanco, Crac, Tricahue y Pantera se presentan iguales entre sí, sin diferencias significativas (cuadro 2).

Cuadro 3. Efecto de la fecha de siembra sobre la altura de planta en 10 variedades.

Variedades	Época de siembra		
	Época I	Época II	Época III
Don Manuel (cm.)	102,3 a	102,1 a	96,1 b
Tricahue (cm.)	98,6 a	99,6 a	91,8 b
Pantera INIA (cm.)	98,6 a	99,8 a	91,1 b
Bakan Baer (cm.)	106,9 a	104,3 b	96,1 c
Rupanco INIA (cm.)	99,5 b	101,7 a	92,9 c
Crac Baer (cm.)	100,0a	97,8 b	91,9 c
Verónica (cm.)	101,4 b	104,5 a	93,5 c
Fritz Baer (cm.)	107,3 a	108,4 a	98,4 b
Pandora INIA (cm.)	93,1 b	96,3 a	89,4 c
Otto Baer (cm.)	105,4 a	105,2 a	94,5 b

Diferentes letras en la línea indican significancia al 5%. Tuckey.

En general el atraso de la fecha de siembra provoco una disminución significativa en la altura de planta de las variedades Don Manuel, Tricahue, Pantera, Bakan, Crac, Fritz y Otto. Las variedades Rupanco, Verónica y Pandora se observó que en sus respectivas Épocas II presentaron sus mayores alturas de planta, las Épocas I fueron inferiores significativamente y en último lugar se ubicaron sus épocas III (cuadro 3).

En las variedades Don Manuel, Tricahue, Pantera, Fritz y Otto no se aprecian diferencias significativas (cuadro 3) entre sus Épocas I y Épocas II, en cambio la Época III fue significativamente inferior en altura a las demás Épocas.

Para las variedades Bakan y Crac se produjo una disminución significativa en la altura de planta al atrasar la fecha de siembra, resultando sus tres Épocas diferentes estadísticamente.

Según los resultados (cuadro 3), en general todas las variedades alcanzaron el rango de altura difundida por las cartillas de divulgación en la Época III, salvo Don Manuel que en todas las Épocas logro Alturas levemente superiores a las difundidas, a demás, la variedad Crac presento en todas las épocas altura de planta inferiores a las difundida por su fabricante (SemillasBaer). Para las épocas I y II, las variedades Tricahue-Anasac, Pantera-INIA, Bakan-Baer y Otto-Baer presentaron alturas superiores a las difundidas por sus respectivos fabricantes y distribuidores. Las variedades Rupanco-INIA y Pandora-INIA se mantuvieron en sus respectivos rangos de altura de planta, valores que encontraron Hewstone y Jobet, 2005.

Las variedades Otto, Tricahue y Verónica presentan, en sus tres fechas de siembra, alturas de planta levemente inferiores a los resultados obtenidos por Garrido, 2009 en la misma zona agroecológica.

Cuadro 4. Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento de 10 variedades, en la estación experimental Maquehue. Temporada 2009-2010.

Variedades	Época de siembra			Promedios
	Época I	Época II	Época III	
Don Manuel (qqm/há)	104,1	92,1	69,4	88,5 e
Tricahue (qqm/há)	116,4	110,3	86,7	104,5 bc
Pantera INIA (qqm/há)	117,2	104,1	78,5	99,9 bcd
Bakan Baer (qqm/há)	116,7	103,3	85,0	101,7 bc
Rupanco INIA (qqm/há)	123,7	110,8	86,2	106,9 b
Crac Baer (qqm/há)	129,5	122,3	98,5	116,8 a
Verónica (qqm/há)	103,7	95,2	72,2	90,4 e
Fritz (qqm/há)	125,4	115,1	77,1	105,9 b
Pandora INIA (qqm/há)	110,3	94,3	73,0	92,5 de
Otto Baer (qqm/há)	114,7	98,8	80,8	98,1 cd
Promedio Época	116,2 a	104,6 b	80,7 c	

Diferentes letras en la línea de los promedios indican significancia al 5%. Tuckey.

Al atrasar la fecha de siembra (cuadro 4) se produce una disminución significativa en el promedio de rendimiento de 10 variedades para cada Época, siendo la Época I con 116,2 qqm há⁻¹ la que presenta el rendimiento promedio significativo de las variedades más alto, luego viene la Época II con un promedio de 104, 5 qqm há⁻¹ y el rendimiento promedio significativo más bajo esta en la Época III con 80,7 qqm há⁻¹.

Se observan diferencias significativas (cuadro 4) en el promedio de rendimiento de las 10 variedades estudiadas, la variedad Crac presenta el promedio significativo más alto con 116,8 qqm há⁻¹; luego se encuentran las variedades Rupanco, Fritz, Tricahue, Bakan y Pantera las cuales son similares entre sí con un rango entre 106,9 y 99,9 qqm há⁻¹; también aparecen agrupadas con promedios iguales estadísticamente la variedades Tricahue, Bakan, Pantera y Otto con un promedio que oscilo entre 104,5 y 98,1 qqm há⁻¹; un tercer grupo de variedades iguales entre si la componen Pantera, Otto y Pandora con promedios entre 99,9 y 92,5 qqm há⁻¹; por último las variedades que presentaron los promedios significativos de rendimiento más bajos son Pandora, Verónica y Don Manuel con un rango entre 92,5 y 88,5 qqm há⁻¹.

Wardlaw *et al.* (1989) (citado por Hevia, 2003) han señalado que temperaturas moderadamente altas (25-32 °C) reducen el tamaño del grano. Además, períodos cortos de muy alta temperatura (33-40 °C) deterioran el rendimiento y la calidad del grano (Randall y Moss, 1990). Los promedios de rendimiento obtenidos en las variedades Otto y Tricahue son levemente superiores a los que obtuvo Garrido, 2009; la variedad Verónica presentó niveles de rendimiento inferiores a los que obtuvo el mismo autor, todos establecidos en la misma zona agroecológica. Tal vez, la mayor cantidad de precipitaciones registradas durante la temporada 2009-2010 influyó en el aumento de rendimiento al comparar las mismas variedades. En la variedad Verónica se indica que su recomendación de siembra es para la región Metropolitana hasta el Bio-bio, tal vez, sea un factor de adaptabilidad a esta zona. La variedad Rupanco concuerda con los rendimientos obtenidos por Hewstone y Jobet, 2005. Debido a las favorables condiciones climáticas presentadas en la temporada 2009-2010 para la producción de trigo, en los rendimientos obtenidos en la época I, se puede afirmar que en esta época se obtuvieron rendimientos cercanos a los potenciales para cada variedad en esta zona agroecológica.

Cuadro 5. Efecto del tipo de variedad en el peso de los 1.000 granos, evaluadas en 3 épocas de siembra.

Época de siembra	Variedad									
	D.M.	Tric.	Pant.	Bkn.	Rup.	Crac	Vero.	Fritz	Pand.	Otto
(g.) Época I	59,8 b	57,0 c	56,5 c	54,9 cd	45,8 f	53,3 d	55,9 cd	65,6 a	57,2 bc	50,3 e
(g.) Época II	55,9 b	56,1 b	57,2 b	56,7 b	45,4 d	55,2 b	55,8 b	63,2 a	57,1 b	50,9 c
(g.) Época III	54,6 bcd	53,4 cd	55,5 bc	58,2 ab	43,8 e	55,4 bc	54,1 bcd	61,2 a	54,8 bcd	50,5 d

Diferentes letras en la línea indican significancia al 5%. Tuckey.

Existe un efecto varietal significativo en el peso de los 1.000 granos, en las 3 fechas de siembra evaluadas. En general, se observa en la Época I que el trigo Fritz presenta significativamente el peso de 1.000 granos más alto y la variedad Rupanco junto a Otto mostraron los niveles significativos más bajos; las variedades Don Manuel y Pandora se presentaron similares; lo mismo ocurre con Pandora, Tricahue, Pantera, Verónica y Bakan; también entre Verónica, Bakan y Crac no se produjeron diferencias significativas (cuadro 5).

Para la Época II la variedad Fritz muestra el mayor peso de grano y nuevamente las variedades Rupanco junto a Otto los pesos significativos menores, aunque con diferencias entre ambas; el resto de las variedades se presentan estadísticamente iguales entre sí (cuadro 5).

En la Época III (cuadro 5) se vuelve a mostrar la variedad Fritz con el mayor peso de granos ahora junto a Bakan, También se mantiene la variedad Rupanco con los menores pesos significativos; las variedades Bakan, Pantera, Crac, Pandora, Don Manuel y Verónica presentan niveles iguales de peso de granos; otro grupo semejante entre sí lo componen Pantera, Crac, Pandora, Don Manuel, Verónica y Tricahue; el último grupo de variedades iguales estadísticamente lo componen Pandora, Don Manuel, Verónica, Tricahue y Otto.

Los resultados coinciden con lo que señala López-Bellido (1991), que el peso de grano es un carácter determinado en primer lugar por la constitución genética de cada cultivar.

La variedad Fritz presenta en general los mayores peso de grano, también aparece como una de las que obtuvo los mayores rendimientos ha^{-1} , en cambio, la variedad Rupanco se muestra como la de menor peso de grano, y al analizar su rendimiento de grano se encuentra en un nivel similar a Fritz, lo más probable es que la variedad Rupanco presente niveles de granos por metro cuadrado superiores, los cuales están determinados por el número de espigas por metro cuadrado y por el número de granos por espiga (Catrileo, 2006), puede ser apropiado que se asocie el rendimiento de Rupanco a un mayor número de granos por espiga, debido a que al ser variedades sembradas en época primaveral se presenta una baja capacidad de macollaje un por ende una

limitada capacidad de producir espigas por metro cuadrado para ambas variedades. Sería oportuno en una futura investigación realizar análisis de todos los componentes de rendimiento para así dilucidar este tipo de disyuntiva.

Cuadro 6. Efecto de la fecha de siembra sobre el peso de los 1.000 granos en 10 variedades.

Variedades	Época de siembra		
	Época I	Época II	Época III
Don Manuel	59,8 a	55,9 b	54,6 b
Tricahue	57 a	56,1 a	53,4 b
Pantera INIA	56,5 a	57,2 a	55,5 a
Bakan Baer	54,9 c	56,7 b	58,2 a
Rupanco INIA	45,8 a	45,4 a	43,8 b
Crac Baer	53,3 a	55,2 a	55,4 a
Verónica	55,9 a	55,8 a	54,1 a
Fritz Baer	65,6 a	63,2 a	61,2 a
Pandora INIA	57,2 a	57,1 a	54,8 a
Otto Baer	50,3 a	50,9 a	50,5 a

Diferentes letras en la línea indican significancia al 5%. Tuckey.

Al atrasar la fecha de siembra (cuadro 6), se produjo una disminución significativa en el peso de los granos en la variedad Don Manuel resultando mayor el peso de la Época I en comparación a las Épocas II Y III las cuales se mostraron iguales; en Tricahue y Rupanco el peso de granos no varió respecto de la Época I y II, pero si presentan diferencias significativas con sus respectivas Épocas III; las variedades Pantera, Crac, Verónica, Fritz, Pandora y Otto no fueron afectadas en el peso de granos por efecto de la fecha de siembra; en tanto la variedad Bakan Baer se observó un aumento significativo en el peso de los 1000 granos al atrasar la fecha de siembra registrando diferencias significativas entre las tres épocas de siembra.

En general se observa que las variedades se comportan de distinta forma en cuanto a su peso de grano al atrasar la fecha de siembra, basado en lo expresado por López-Bellido (1991) la constitución genética de cada cultivar, presenta interacción al evaluar la fecha de siembra.

Cuadro 7. Efecto del tipo de variedad en el peso hectólitro, evaluadas en 3 épocas de siembra.

Época siembra ¹	Variedades									
	Don Manuel	Trica.	Pant. INIA	Bakan Baer	Rup. INIA	Crac Baer	Vero.	Fritz Baer	Pand. INIA	Otto Baer
(kg hl ⁻¹) Época I	80,4	81,1	82,4	81,4	80,1	79,0	79,4	79,4	80,8	81,5
(kg hl ⁻¹) Época II	80,4	80,9	80,1	80,7	80,0	78,9	79,5	79,3	81,0	80,2
(kg hl ⁻¹) Época III	79,8	79,3	79,7	79,4	80,5	80,4	79,9	79,8	79,6	79,9

¹ Los datos expuestos no difieren significativamente, según la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

Los valores de peso Hectólitro de 10 variedades (cuadro 7.) al ser analizados en tres fechas de siembra, muestran que en todas las épocas no existen diferencias significativas de peso Hectólitro entre las variedades según la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%, contrario a lo que indica el valor de F, la prueba de Tukey no detectó tales diferencias, pero al hacer otras pruebas de comparación de medias como Contrastes Ortogonales si encuentra diferencias significativas. Con estos antecedentes se puede inferir que diferentes pruebas de comparación de medias aplicadas a los mismos datos no siempre encuentran las mismas diferencias significativas.

Los resultados contrastan con los encontrados por Hevia *et al.* (2003), quien encontró diferencias significativas por efectos de la variedad. Otros resultados de Mellado (1994) confirman el efecto varietal significativo en el Peso hectólitro. Cabe mencionar que Hevia (2003) utilizó la prueba de las diferencias mínimas significativas (DMS), al 95% de confianza y Mellado (1994) utilizó la prueba de Duncan al 5%.

Cuadro 8. Efecto de la fecha de siembra sobre el peso hectolitro en 10 variedades.

Variedades	Época de siembra		
	Época I	Época II	Época III
Don Manuel	80,4	80,4	79,8
Tricahue	81,1	80,9	79,3
Pantera INIA	82,4	80,1	79,7
Bakan Baer	81,4	80,7	79,4
Rupanco INIA	80,1	80,0	80,5
Crac Baer	79,0	78,9	80,4
Verónica	79,4	79,5	79,9
Fritz	79,4	79,3	79,8
Pandora INIA	80,8	81,0	79,6
Otto Baer	81,5	80,2	79,9

Los datos expuestos no difieren significativamente, según la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

El atraso de la fecha de siembra no produjo diferencias significativas en el peso hectolitro de cada una de las 10 variedades estudiadas (cuadro 8).

Los resultados de peso hectólitro se contraponen a los obtenidos por Mellado (1994), quien sí encontró diferencias significativas por efecto de la fecha de siembra, al analizar la investigación realizada por ese autor se puede apreciar que en esa investigación se establecieron fechas de siembra desde mayo hasta octubre, 5 meses, en cambio en la presente investigación el rango de días entre la fecha más temprana y la mas tardías fue solo de 43 días o 6 semanas. Esto podría explicar la diferencia entre los resultados disímiles de ambas investigaciones.

5. CONCLUSIONES

Se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) en el rendimiento total de granos (qqm. Há.⁻¹) en las tres épocas de siembra para los cultivares Don Manuel, Tricahue, Pantera-INIA, Bakan-Baer, Rupanco-INIA, Crac-Baer, Verónica, Fritz-Baer, Pandora-INIA, Otto-Baer.

La variedad Crac-Baer presentó el rendimiento promedio significativo ($p < 0,05$) más alto para las tres épocas de siembra evaluadas con 116,8 qqm. Há.⁻¹; mientras las variedades Don Manuel, Verónica y Pandora presentaron los niveles significativos más bajos con un rango de promedio entre 88,5 y 92,5 qqm. Há.⁻¹.

El peso Hectólitro se afectó significativamente por el tipo de variedad analizada, presentó también diferencias significativas por efecto de la Interacción Genotipo-ambiente, es decir, las variedades se comportaron de distinta forma entre sí cuando cambiaba la fecha de siembra.

La característica de peso de grano mostro una interacción significativa, por efecto de la fecha de siembra y del tipo de variedad. El peso de grano significativamente más alto lo logró la variedad Fritz, mientras el peso más bajo significativamente lo registró la variedad Rupanco.

Se produjo un efecto altamente significativo de la variabilidad genética y la fecha de siembra sobre la altura de las plantas de trigo, en general, la variedad Fritz presenta los niveles más altos y la variedad Pandora presenta niveles significativos más bajos que el resto de las variedades.

Desde el punto de vista del comportamiento agronómico y calidad de grano, de las diez variedades evaluadas en las condiciones agroclimáticas del llano central de la Región de la Araucanía, es conveniente cultivar la variedad Crac, debido a que presenta los rendimientos más altos, una baja altura de planta y un peso Hectólitro que oscila entre los 79 y 80,4 kg. hl.⁻¹.

6. RESUMEN.

Se evaluó el comportamiento agronómico de diez variedades de trigo de hábito de desarrollo primaveral, en tres diferentes épocas de siembra en el llano central de la Región de la Araucanía, Chile. Las variedades: Don Manuel, Tricahue, Pantera INIA, Bakan Baer, Rupanco INIA, Crac Baer, Verónica, Fritz Baer, Pandora INIA y Otto Baer fueron sembradas en tres épocas de siembra en la estación experimental Maquehue en la temporada 2009-2010, usando un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones.

En donde se midió peso de grano (1.000 granos), peso hectólitro (kg hl^{-1}), altura de planta (cm.) y rendimiento (qqm. Há^{-1}).

Los valores de F del análisis de varianza indicaron que la fecha de siembra afectó a todas las variables de calidad y rendimiento analizadas, excepto la característica de peso hectolitro. Además, se observó diferencias significativas entre las variedades con respecto a todas las características analizadas. En cuanto a la interacción genotipo-ambiente se observó diferencias significativas en todas características, con excepción del rendimiento del grano, lo que significa que las variedades no fueron afectadas en forma similar en su calidad, por efecto de los cambios de fecha de siembra. Contrario a lo ocurrido con el rendimiento de grano en que todas las variedades fueron afectadas en forma similar por efecto de los cambios de fecha de siembra

7. SUMMARY.

We evaluated the agronomic performance of ten varieties of wheat spring growth habit in three different planting seasons in the Central Plain Region of Araucanía, Chile. Varieties: Don Manuel, Tricahue, Pantera INIA, Bakan Baer, Rupanco INIA, Crac Baer, Veronica, Fritz Baer, Baer Otto Pandora INIA and were planted in three seasons at the experimental station Maquehue in the 2009-2010 season, using split plot design with four replications.

Where was measured grain weight (1,000 grains), hectolitre weight (kg hl⁻¹), plant height (cm) and yield (qgm. Ha⁻¹).

F values of analysis of variance showed that sowing date affected all quality and performance variables analyzed, except the property of hectolitre weight. In addition, significant differences between the varieties for all traits. Regarding genotype-environment interaction was observed significant differences in all characteristics, except for grain yield, which means that the varieties were not similarly affected in their quality, the effect of changing sowing date. Contrary to what happened to the grain yield in all varieties were similarly affected by the effect of changing sowing date.

8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

- Catrileo, E. 2006.** Efecto de la fertilización nitrogenada en el índice de cosecha en once variedades de trigo (*triticum aestivum* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 61p.
- Faiguenbaum, H. 2003.** Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Ograma S.A. Santiago, Chile. 760p.
- FIA. 2003.** Cultivos y cereales. Resultado y experiencias del programa de Giras Tecnológicas 1996-2000. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 132p.
- Fundación Chile, 2005.** Una nueva visión para el Sector Triguero en Chile. Área Agroindustria, 99p. <http://www.agrogestion.com>
- Garrido, J. 2009.** Comportamiento agronómico de doce variedades de trigo (*triticum aestivum* L.) de hábito de desarrollo primaveral, en relación al rendimiento y calidad, en el valle central de la novena región. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 39p.
- 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. Argo-sur. 31: 28-30.
- Hewstone, C y Jobet, C. 2005.** Rupanco-INIA, una nueva variedad de trigo alternativo de pan. Agricultura Técnica (Chile). 65 (1): 96 – 100.
- Klein, S.; Smith, M.; Frey, K. 1993.** Recurrent selection for test weight and grain yield of oat. Crop Sci. 33: 744-749.
- López, Y. 2006.** Efecto de la aplicación de distintas dosis de azufre, en el rendimiento y calidad, en diferentes variedades de trigo (*triticum aestivum* L.) establecidas en el valle central de la novena región. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile.
- Lopez- Bellido, L. 1991.** Cultivos herbáceos. Cereales. Volumen 1. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 539 p.

- Mellado, M. 2007.** El trigo en Chile. Ciencia, cultura y tecnología. Colección libros INIA N° 21. Instituto de investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de investigación Quilamapu, Chillan, Chile. 684p.
- Mellado, M. 1994.** Efecto de la Fecha de siembra y del tipo de variedad sobre la calidad del trigo (*Triticum aestivum* L.). Agricultura Técnica. Chile. 54:102-105.
- Mellado, M; Granger, D.; Matus, I. 1989.** Ciko INIA, variedad de trigo de rpimavera para la zona centro sur de Chile. Agricultura Tecnica (Ene-Mar 1989) v. 49 (1) p. 74-75.
- Mellado, M. y Madariaga, R. 2003.** Pandora-INIA, nuevo cultivar de trigo harinero de primavera para Chile. Agricultura Técnica. 63 (3): 319-322.
- Odepa, 2010.** Superficie de siembra de cultivos anuales por temporada. Base de datos estadísticos. Documento en línea. Web: <http://www.odepa.cl> (15/11/2010).
- Peltonen, J. 1992.** Influence of environmental and genotype on spring wheat yield and bread-making quality under Finnish conditions. Acta Agriculture Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science 42: 111-117.
- Randall, P. J.; Moss, H. J. 1990.** Some effects of temperature regime during grain filling on wheat quality. Aust. J. Agric. Res. 41: 603-617.
- Wardlaw, I. F.; Dawson, I. A.; Munibi, P.; Fewster, R. 1989.** The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. I. Survey procedures and general response patterns. Aust. J. Agric. Res. 40: 1-13.

9. ANEXOS.

Anexo 1. Registro de pluviometría y temperatura en la Estación Experimental Maquehue, temporada 2009-2010.

Mes	Precipitaciones (mm.)	Temperatura máxima prom.(°C)	Temperatura media prom.(°C)	Temperatura mínima prom.(°C)
enero	15	25,2	15,9	5,8
febrero	30,6	23,3	15,1	7,8
marzo	21,2	23,9	14,5	6,7
abril	29,6	19,9	12,3	5,8
mayo	205,8	13,9	9,5	4,8
junio	162,6	11,2	6,7	2,5
julio	90,8	11,3	5,3	0,2
agosto	258,6	12,8	9	5,8
septiembre	85,8	14,4	8,2	2,3
octubre	139,8	15,5	10,1	4,6
noviembre	70,3	15,3	10	3,9
diciembre	38,2	19,9	13,2	6,8
enero	32,6	20,8	13,8	6,5
febrero	62,6	21,9	14,3	6,8
Total periodo Julio 2009- Febrero 2010.	778,7			

Fuente: Estación Metereológica Campo Experimental Maquehue, Universidad de La Frontera.

Anexo 2. Anova para la variable peso 1.000 granos, en diez variedades de trigo establecidas en tres épocas de siembra.

Respuesta del peso 1.000 granos (g), Diseño de parcelas divididas CA de variedades sobre épocas.

R Cuadrado	0,933613
RSquare Adj	0,912221
Raíz cuadrada del error	1,473372
la media de la respuesta	55,03903
Observaciones (or Sum Wgts)	120

Prueba de efectos fijos

Fuente	Nparm	Grados de libertad	DFDen	F Ratio	Prob > F
Época de siembra	2	2	9	5,8756	0,0233*
Variedad	9	9	81	122,4452	<,0001*
Época de siembra*Variedad	18	18	81	3,7399	<,0001*

Anexo 3. Anova para la variable peso hectólitro, en diez variedades establecidas en tres épocas de siembra.

Respuesta de kilos en un hectólitro (há.hl⁻¹), Diseño de parcelas divididas CA de variedades sobre épocas.

R cuadrado	0,714796
RSquare Adj	0,622897
Raíz cuadrada del error	1,048939
Media de la respuesta	80,17487
Observaciones (or Sum Wgts)	120

Las estimaciones REML de componentes de varianza.

Efectos aleatorios	Var Ratio	Var. Componente	Std Error	95% inferior	95% superior	Pct of Total
Repetición [Época de siembra]	1,423791	1,5665588	0,7905393	0,0171017	3,1160158	58,742
Residual		1,1002729	0,1728912	0,8268629	1,53663	41,258
Total		2,6668317				100,000

-2 LogLikelihood = 365,89984548

Prueba de efectos fijos.

Fuente	Nparm	Grados de libertad	DFDen	F Ratio	Prob > F
Época de siembra	2	2	9	0,3199	0,7341
Variedad	9	9	81	2,4774	0,0150*
Época de siembra*Variedad	18	18	81	1,9939	0,0192*

Anexo 4. Anova para la variable altura de planta, en diez variedades establecidas en tres épocas de siembra.

Respuesta de Altura (cm.) Diseño de parcelas Subdivididas con arreglo completamente al azar.

R cuadrado	0,913287
RSquare Adj	0,884624
Raíz cuadrada del error	1,959604
Media de la respuesta	98,93958
Observaciones (or Sum Wgts)	480

Las estimaciones REML de componentes de varianza.

Efectos aleatorios	Var Ratio	Var Component e	Std Error	95% inferior	95% superior	Pct of Total
muestra[Época de siembra]	0,0043402	0,0166667	0,0618782	-0,104615	0,137948	0,418
muestra*variedad [Época de siembra]	0,0349629	0,1342593	0,1907694	-0,239649	0,5081673	3,364
Residual		3,8400463	0,3304986	3,2664855	4,5800176	96,218
Total		3,9909722				100,000

-2 LogLikelihood = 1911,7508874

Prueba de efectos fijos.

Fuente	Nparm	Grados de libertad	DFDen	F Ratio	Prob > F
Epoca de siembra	2	2	9	694,5109	<,0001*
variedad	9	9	81	132,8727	<,0001*
Epoca de siembra*variedad	18	18	81	7,2071	<,0001*
rep	3	3	270	16,7162	<,0001*
variedad*rep	27	27	270	2,5036	0,0001*
Epoca de siembra*rep	6	6	270	4,5473	0,0002*
Epoca de siembra*variedad*rep	54	54	270	2,9201	<,0001*

Anexo 5. Anova para la variable rendimiento, en diez variedades establecidas en tres épocas de siembra.

Respuesta Rendimiento trigo (qqm x ha⁻¹) diseño de parcelas divididas con arreglo completamente al azar sobre épocas de siembra.

R cuadrado	0,933098
RSquare Adj	0,911541
Raíz cuadrada del error	5,657403
Media de la respuesta	100,5143
Observaciones (or Sum Wgts)	120

Las estimaciones REML de componentes de varianza.

Efectos aleatorios	Var Ratio	Var Componente	Std Error	95% inferior	95% superior	Pct of Total
Repetición [Época de siembra]	0,5430394	17,380631	9,7151217	-1,661007	36,42227	35,193
Residual		32,006206	5,0292901	24,052892	44,699542	64,807
Total		49,386837				100,000

-2 LogLikelihood = 661,46852946

Prueba de efectos fijos.

Fuente	Nparm	Grados de libertad	DFDen	F Ratio	Prob > F
Época de siembra	2	2	9	63,4287	<,0001*
Variedad	9	9	81	27,7494	<,0001*
Época de siembra*Variedad	18	18	81	1,5161	0,1058