

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFECTO DE LA DOSIS DE SEMILLA Y USO DE CAMELLÓN SOBRE EL
RENDIMIENTO DE TRIGO CANDEAL (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) EN
EL SECANO MEDITERRÁNEO**

PABLO FRANCISCO CORTÉS BRAVO

SANTIAGO – CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA DOSIS DE SEMILLA Y USO DE CAMELLÓN SOBRE EL
RENDIMIENTO DE TRIGO CANDEAL (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) EN
EL SECANO MEDITERRÁNEO**

**EFFECT OF THE SEED RATE AND USE OF RAISED BED ON YIELD OF
DURUM WHEAT (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) IN RAINFED
MEDITERRANEAN**

PABLO FRANCISCO CORTÉS BRAVO

**Santiago, Chile
2012**

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**EFECTO DE LA DOSIS DE SEMILLA Y USO DE CAMELLÓN SOBRE EL
RENDIMIENTO DE TRIGO CANDEAL (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) EN
EL SECANO MEDITERRÁNEO**

Memoria para optar al título
profesional de Ingeniero Agrónomo

Pablo Francisco Cortés Bravo

Profesores Guías	Calificaciones
Sra. Paola Silva C. Ingeniero Agrónomo, M. S., Dra.	6,5
Sr. Edmundo Acevedo H. Ingeniero Agrónomo, M. S., Ph. D.	6,0
Profesores Evaluadores	
Sr. Jorge Perez Q. Ingeniero Agrónomo, M. S.,	6,7
Sr. Pablo Morales P. Ingeniero Agrónomo, M. S., Ph. D.	6,5

Santiago, Chile
2012

*El paso del tiempo es siempre cruel.
Parece que va a un ritmo diferente
para cada persona, pero nadie puede
hacer nada para cambiarlo...
Una cosa que no se desvanece con el
tiempo son los recuerdos de la niñez.*

*La verdadera amistad crece con el tiempo.
Es un sentimiento que se hace más fuerte cada día.
La pasión de la amistad muy pronto se transformará
en un noble poder que te ayudara
a elegir el camino a seguir.*

*El tiempo pasa y se lleva a la gente.
Al igual que un río, siempre fluye.
El sueño infantil será una noble ambición.
El amor juvenil se convertirá en profundo afecto.
El espejo del agua refleja la progresión.*

*Dedicada a
mi familia, amigos
y a la gente que
me cuida desde
el cielo*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron en mi desarrollo personal y profesional.

A mis padres, Maria Margarita Bravo y Cristian Cortes Cerda quienes con apoyo incondicional en los buenos y malos momentos. A mi hermano Cristian Cortes Bravo que me brindo su comprensión, apoyándome en todo momento.

A mi profesora guía Paola Silva, por su confianza, apoyo y consejos en todo momento que lo necesité; a mi profesor guía Edmundo Acevedo quién me dio sus consejos en esta memoria; a Rosa Peralta quién me ayudo en el instalación del experimento, así como en la facilitación en las mediciones; a Carolina Gonzalez por su ayuda en la cosecha en términos logísticos que fue de gran importancia.

A los compañeros de laboratorio de SAP; a Marco Garrido por su incondicional ayuda cuando iba a preguntarle sobre mis dudas, por sus sabios consejos y su gran amistad no solo a mi, sino a todos los del laboratorio; a Álvaro Aillapán quien me entrego su amistad, apoyándonos mutuamente en la realización de nuestra memoria; a Nicolas Gomara por su compañía; a Romina Vera por su gran ayuda en las mediciones, especialmente en las mediciones de índice de área foliar, a Carolina González por compañía, alegría y amistad que nos entrego a todos los del laboratorio, a Marcelo Ortiz y a Marcelo Becerra. Además, quiero agradecer a los trabajadores de campo; Don Patricio, Don Luis y Don Manuel por su ayuda en la siembra y cosecha. Mención especial para Cristian Valenzuela quien, a pesar de no pertenecer al laboratorio, ayudo en las mediciones de interceptación. No menos importante quiero agradecer a Ignacio Guajardo, Carla Silva, Javier Hernández, Manuel Cáceres, Gerlitt Gonzalez y Victoria Figueroa que si bien no participaron durante las mediciones, aprendí de ellos en cuanto a conocimiento y como ver el mundo.

También quiero agradecer a mis compañeros de generación 2006 quien fue un gusto compartir estos años con todos Uds, en especial a Juan Pablo Bravo, Felipe Ferreira, Mario Martinez, Carlos Faundez, Fabio Corradini Pamela Arenas, Oscar Vio, Pablo Diaz, Maria Jimenez, Rodrigo Candia, Felipe Ventura, Andrea Maulén, Eugenio Asiain, Sebastián Silva, Javier Mendoza, Cristóbal Mendoza, Ignacio Alvarez, Mauro Morales, por su compañía en los malos, buenos, entretenidos momentos.

No menos importante, quiero agradecer al laboratorio de química de suelo, en especial a los Profesores Osvaldo Salazar y Francisco Najera quienes me permitieron realizar mi práctica profesional donde, a parte de aprender, conocí a grandes personas como a los profesores ya mencionados, a Oscar Vio, que si bien entramos el mismo año, en esta práctica lo conocí muchísimo más, a la Señora Consuelo y a la Señora Marisol por su apoyo, a Don Gabriel quien fue el conductor que nos llevó a las salidas a terreno.

Por último y no menos importante, quiero agradecer a gente que conocí este año (2012) y que fue un verdadero placer conocerlos; a Romina Chamorro, Gisele Vidal, Claudia Rojas, Catalina Meza, Fernanda Collao, Fernando Avendaño, Lely Soto, Andrea Sanchez.

ÍNDICE

RESUMEN	1
Palabras claves	1
ABSTRACT	2
Keyword	2
INTRODUCCIÓN	3
Densidad de siembra	3
Labranza	5
Hipótesis	6
Objetivo General	6
Objetivos específicos	6
MATERIAL Y MÉTODOS	7
Lugar del estudio	7
Materiales	7
Metodología	7
Tratamientos	7
Diseño Experimental	7
Mediciones	9
Fenología	9
Establecimiento de plantas	9
PAR interceptado	9
Índice de área foliar	10
Número máximo de macollos	10
Macollos fértiles por planta	10
Rendimiento y Componentes	10
Número de espiguillas por espiga	11
Altura de planta	11
Contenido de proteína	11
Peso hectolitro	11
Mediciones climáticas	11
Contenido de agua del suelo	11
Análisis estadístico	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
Condiciones climáticas y fenología	13
Rendimiento y componentes del rendimiento	14
Balance hídrico	16
Establecimiento y macollos	18
PAR interceptado (PARi)	21
Índice de área foliar	23
Espiguillas por espiga	25
Altura de planta	26
Proteína y peso hectolitro	27
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
APÉNDICE 1	35
APÉNDICE 2	44

RESUMEN

En Chile, el trigo candeal (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) está siendo desplazado hacia el secano de la Cordillera de la Costa. Esta zona se caracteriza por poseer una textura arcillosa de permeabilidad lenta favoreciendo problemas de anoxia, escenario que puede ser solucionado con el uso de camellones. Por otro lado, INIA recomienda una dosis de semilla de 200 Kg ha⁻¹, pese a que se puede lograr los mismos rendimientos con bajas dosis de semilla, debido a la compensación de falta de plantas por el aumento de los macollos por planta. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la dosis de semilla en el rendimiento y la calidad de los granos del trigo candeal sembrado en camellones en condición de secano. Para estudiar dicho efecto, en la temporada 2010-2011 se sembró trigo candeal en plano y camellón con las variedades Llareta INIA y Corcolén INIA en tres dosis de semilla, 30, 100 y 200 kg ha⁻¹, bajo condiciones de secano mediterráneo en la zona central de Chile. El rendimiento de trigo candeal en este experimento fue bajo (687 Kg ha⁻¹), el cual se explica debido a la escasa precipitación (142 mm) durante la temporada del cultivo. Además, se observó un bajo índice de cosecha (0,11) y una alta biomasa (5.906 Kg ha⁻¹) debido a la concentración de la precipitación en el periodo vegetativo del cultivo y el consumo total del agua disponible antes de floración, el cultivo permaneció sin agua durante el llenado de grano. Los resultados mostraron que al disminuir la dosis de semilla, el rendimiento en grano se mantiene constante debido a que la dosis menor registró 2,5 y 5 veces más macollos por plantas y macollos fértiles por planta, respectivamente. Por otro lado, el cultivo sembrado en plano logró un mayor rendimiento en grano (861 Kg ha⁻¹) que el cultivo sembrado en camellón (513 Kg ha⁻¹) debido a que en el cultivo sembrado en camellón se duplicó el número de semillas sobre la hilera para mantener la misma dosis de semilla en camellón y en plano ya que en el primero existió un menor número de hileras por superficie, que generó una mayor competencia sobre la hilera y que generó un menor número de plantas establecidas. Se concluye que en clima mediterráneo con baja pluviometría (142 mm) y suelos de textura fina, el rendimiento de trigo candeal, de las variedades Llareta INIA y Corcolén INIA, no cambia con la dosis de semilla. E independiente de la dosis de semilla, el rendimiento disminuye cuando la siembra se realiza en camellones. En cuanto a calidad del grano de trigo candeal, los datos de este trabajo no son concluyentes.

Palabras claves

Sistema de labranza, variedades, siembra en plano, precipitación, macollaje.

ABSTRACT

Durum Wheat (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum*) is being displaced to the dry lands of the coastal mountain range in Chile. The main features of this area are clay soil textures with slow permeability for irrigation and anoxic problems during rainy seasons, this background can be solved using raised bed. On the other hand, INIA advises a 200 kg ha⁻¹ seed rate, despite that, identical yields can be obtained with lower seed rate due to plant compensation of the lower plant number by increasing the plant tillers. The main objective of the present work was the evaluation of the seed rate into the final yield and quality of the durum wheat grain sown in raised bed in dry lands. In order to study that effect, durum wheat was sown in the season 2010 – 2011 in flat lands and in raised bed with Llaretta INIA and Corcolen INIA varieties in three seed rates, 30, 100 and 200 kg ha⁻¹, under Mediterranean dry land in central Chile. Durum wheat yield in this field assay was low (687 kg ha⁻¹), explained by the lower rainfall during the crop season (142 mm). Moreover a low harvest index (0.11) and high biomass values (5.906 kg ha⁻¹) were observed due to the concentration of the precipitation during the crop vegetative stage and due pre-floration total water consumption, this caused that the crop remained without water during grain filling. The result showed that lowering the seed rate, the grain yield remains constant due to minor rate registered 2.5 to 5 times more tillering by plant and fertile tiller per plant respectively. On the other hand the crop sown in a flat soil surface reached a higher grain yield (861 kg ha⁻¹) than the crop sown in a raised bed soil surface (513 kg ha⁻¹) because at the crop sown on ridge doubled the number of seeds on the line to keep the same amount of seed in ridge and flat as it existed in the first fewer rows per surface, generating more competition on row and generated a smaller number of plants established. It is concluded that in Mediterranean climate with lower precipitation rate (142 mm) and fine textured soils, the durum wheat yield from the Llaretta INIA and Corcolen INIA varieties does not change with the seed rate. Independent of the seed dose, the yield diminishes when the sowing is performed in raised bed soil surfaces. No conclusive data was found in this work for the quality of the durum wheat.

Keyword

Tillage system, varieties, flat planting, rainfall, tillering.

INTRODUCCIÓN

En Chile, durante la temporada 2010/2011 la superficie de trigo candeal fue de 14.355 ha con un rendimiento promedio de 66,7 qq ha⁻¹. La superficie de trigo harinero fue de 257.060 ha por lo que el trigo candeal en Chile representó 5,3% de la superficie total de trigo (INE, 2011).

El trigo candeal en Chile se siembra bajo una condición de clima mediterráneo que se caracteriza por tener veranos secos y calurosos e inviernos fríos y lluviosos, lo cual es escaso en el mundo. Este clima es ideal para una buena calidad del grano de trigo (alta proteína, alta vitreosidad, fuerza de gluten, color ámbar, entre otros). Por ejemplo, la escasa humedad ambiental presente durante la madurez del cultivo, reduce los problemas de punta negra y presencia de micotoxinas en el grano (Acevedo y Silva, 2007).

Históricamente en Chile, el trigo candeal se ha producido bajo condiciones de riego y la agronomía se ha desarrollado para esas condiciones. Dada la mayor rentabilidad de otros cultivos en condiciones de riego, su producción se ha desplazado hacia la región del Bio-Bio y se prevé un desplazamiento mayor a áreas de secano de la Cordillera de la Costa, donde la agronomía de este cultivo en el país no se ha desarrollado (Acevedo y Silva, 2007). Estas zonas de secano, denominadas secano costero e interior central están ubicadas en la vertiente occidental y oriental de la Cordillera de la Costa de la V, VI, VII y VIII. La topografía es escarpada y los suelos son susceptibles a la erosión, fenómeno que es uno de los principales problemas de la zona. Los suelos tienen textura franco arcillo arenosa a arcillosa en superficie, subsuelo arcilloso de permeabilidad lenta y substrato de roca descompuesta con escasa cohesión, características que favorecen el escurrimiento superficial de agua (Silva *et al.*, 2005).

Densidad de siembra

Un aspecto importante de la agronomía es la densidad de siembra ya que es una de las prácticas de manejo que determina la capacidad del cultivo de interceptar recursos, llegando a afectar de manera importante la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes. La densidad de siembra está frecuentemente orientada a maximizar la utilización de los recursos y en consecuencia, aumentar el rendimiento y la calidad de los granos. Para ello, la densidad de siembra del cultivo debe garantizar coberturas vegetales rápidas y uniformes desde etapas tempranas, especialmente en los periodos críticos del ciclo del cultivo (Kruk y Satorre 2003).

Existe una respuesta compensatoria entre el rendimiento y la densidad de siembra debido a que al disminuir la densidad de siembra, el rendimiento por superficie se mantiene por el aumento de macollaje por planta que compensa la falta de individuos por superficie. Por el contrario, si aumenta la densidad de siembra, la producción de biomasa por planta disminuye, siendo la producción por superficie compensada por el

mayor número de individuos. La intercepción del 90% de la radiación incidente o de otros recursos es suficiente para estabilizar la biomasa del cultivo por unidad de superficie (Kruk y Satorre 2003). Lo expuesto anteriormente resulta en rendimientos similares en un amplio rango de dosis de semilla (Turner *et al.*, 1994; Boogaard *et al.*, 1996; Schillinger, 2005; Otteson *et al.*, 2008). Sin embargo, Hiltburunner *et al.* (2007) encontraron que dosis de semilla por sobre el óptimo dan como resultado rendimientos de grano más bajo debido a una mayor competencia entre plantas. Blue *et al.* (1990) y Turner *et al.* (1994) llegaron a dosis de semilla de 34 Kg ha⁻¹ y 25 Kg ha⁻¹ respectivamente, encontrando rendimientos similares con dosis de semilla más altas como 100 Kg ha⁻¹.

García del Moral y García del Moral (1995) en el sur de España, bajo condiciones de secano mediterráneo, observaron en cebada una relación lineal positiva entre el rendimiento y número de espigas por unidad de superficie a cosecha. Blue *et al.* (1990) determinaron que el número de espigas por metro cuadrado es importante en el rendimiento cuando el macollaje es alto por lo que el número de espigas a cosecha depende de la producción de macollos y de su sobrevivencia.

Elhani *et al.* (2007) encontraron que en zonas de secano mediterráneo la contribución al rendimiento de trigo candeal varió entre el tallo principal y los macollos según las precipitaciones. En un año con baja pluviometría (184 mm de siembra a cosecha) o muy concentrada en invierno, la contribución del tallo principal y de los macollos fue de un 85 y 15 % respectivamente, mientras que en un año de altas precipitaciones (288 mm de siembra a cosecha) y con mejor distribución durante el año, la contribución del tallo principal y de los macollos fue de un 59 y 41% respectivamente, lo que permite concluir que para que los macollos contribuyan de manera importante al rendimiento es necesaria una precipitación adecuada y una mejor distribución de esta, de manera que sobrevivan y cuenten con recursos suficientes para potenciar su rendimiento.

Destro *et al.* (2001) señalan que bajo condiciones mediterráneas con suministro limitado de agua especialmente durante las etapas de espigadura y llenado de grano, el uso de genotipos con alta capacidad de macollaje a baja densidad de siembra no reduciría el rendimiento, dada la capacidad compensatoria de los macollos. Sin embargo, si el genotipo usado no posee suficiente capacidad de macollaje, una baja densidad del cultivo no podría compensar la falta de plantas resultando en una reducción en el número de espigas por m² y consecuentemente en un menor rendimiento.

En el caso de Chile, se trabaja con dos variedades de trigo candeal, Llaretta INIA y Corcolén INIA y la recomendación dada para dosis de semilla es de 200 Kg ha⁻¹ la cual coincidentemente ha sido la más utilizada en Chile (INIA, 2004). Román (2009) estudió diferentes caracteres de crecimiento y desarrollo de ambas variedades encontrando leves diferencias en IAF a favor de Llaretta. No obstante, cabe destacar que este estudio se realizó con una dosis de siembra de 200 Kg ha⁻¹, lo que inhibe la capacidad macolladora de estas variedades. Vera (2012), en condiciones de secano mediterráneo, en Santiago de Chile, observó rendimientos similares entre dosis de semilla de 30 Kg ha⁻¹ y 150 Kg ha⁻¹, sustentando lo mencionado anteriormente, siendo uno de los primeros trabajos en dosis de semilla en Chile.

Labranza

En condiciones de secano de la Cordillera de la Costa, donde hay suelos con pendiente, lo más recomendable es usar labranza de conservación. Sin embargo, las texturas pesadas que dominan en la zona dificultan el uso de sistemas de conservación como la mínima labranza o la cero labranza debido a la compactación del suelo surgiendo como una buena opción el uso de camellones permanentes que disminuyan los problemas de anoxia en las raíces durante la temporada de invierno (Sayre y Moreno, 1997). Según estos autores el sistema de camellones permanentes podría ser una buena solución al anegamiento dado que se puede evitar, o al menos reducir significativamente este fenómeno en suelos arcillosos como los de la zona de la Cordillera de la Costa. En estos suelos los cultivos como el trigo se ven enfrentados a condiciones de falta de oxígeno, debido a la saturación hídrica que se produce durante el periodo de invierno. Por otro lado, Moreno *et al* (1980) encontraron que disminuyendo la dosis de semilla entre 50 a 60 Kg ha⁻¹ en camellones con dos hileras, el rendimiento en grano de trigo se mantiene constante.

Según Moreno *et al* (1993) el genotipo de trigo óptimo para la siembra en camellones debe reunir las características de alta capacidad para producir macollos, además de los atributos de alto rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades.

Con respecto a la calidad del trigo candeal en Chile, ésta supera ampliamente en peso específico o peso de hectolitro y peso de los mil granos a la de otros medioambientes. Ambos parámetros están directamente asociados al rendimiento en semolina o porcentaje de extracción de ésta, lo cual es un factor muy favorable (FUNDACIÓN CHILE, 2008). Sin embargo, la misma publicación indica que el porcentaje de proteína es uno de los factores en que se debe realizar cambios urgentes en Chile, ya que los trigos chilenos tienen un 10,2% de proteína versus 14% de los trigos de EEUU y 13,1 de los mejores trigos argentinos.

Hipótesis

En clima mediterráneo de secano y suelos de textura fina es posible aumentar el rendimiento de trigo candeal con siembra en camellones, independiente de la dosis de semilla.

Objetivo General

Evaluar el efecto de la dosis de semilla en el rendimiento y calidad de trigo candeal sembrado en camellones en condición de secano.

Objetivos específicos

Conocer el efecto de la siembra de trigo variedades Llaretta INIA y Corcolén INIA en plano y en camellón con diferentes dosis de semilla sobre:

- El rendimiento de trigo candeal.
- El macollamiento de trigo candeal.
- La calidad del grano de trigo candeal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar del estudio

La investigación se desarrolló en condición de secano en la temporada 2010-2011 en la Estación Experimental Antumapu (33°40' Sur; 70°38' Oeste; 608 m.s.n.m) de propiedad de la Universidad de Chile.

El tipo de clima es templado mediterráneo semiárido. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían en promedio, entre una máxima media de Enero de 28,2 °C y una mínima media de Julio de 4,4 °C. El periodo libre de heladas es de 231 días con un promedio de 11 heladas por año. Registra anualmente 1621 días-grados y 1147 horas frío. El régimen hídrico tiene una precipitación media anual de 369,5 mm, un déficit hídrico de 997 mm y un periodo seco de 8 meses (Novoa *et al.*, 1989).

El suelo es un Mollisol de la Serie Santiago (Coarse loamy over sandy, skeletal, mixed, thermic Entic Haploxeroll). Se caracteriza por poseer textura franco arcillo arenosa, buen drenaje, profundidad media (60 cm), 2% de materia orgánica y pH 8 (Comisión Nacional de Riego, 1981).

Materiales

Se utilizó trigo candeal de las variedades Llareta INIA y Corcolén INIA. La siembra fue hecha en forma manual el 11 de junio del 2010 en plano y camellón.

Metodología

Tratamientos

Se hicieron dos ensayos independientes uno en plano y otro en camellones. En cada ensayo se probaron dos variedades Llareta INIA y Corcolén INIA y tres dosis de siembra 30 Kg ha⁻¹, 100 Kg ha⁻¹ y 200 Kg ha⁻¹ (correspondiente a una densidad de 50, 180 y 360 plantas m⁻², aproximadamente).

Diseño Experimental

El diseño experimental de cada ensayo fue de bloques completos al azar en arreglo factorial variedad x dosis (2x3) y cuatro repeticiones (Figura 1).

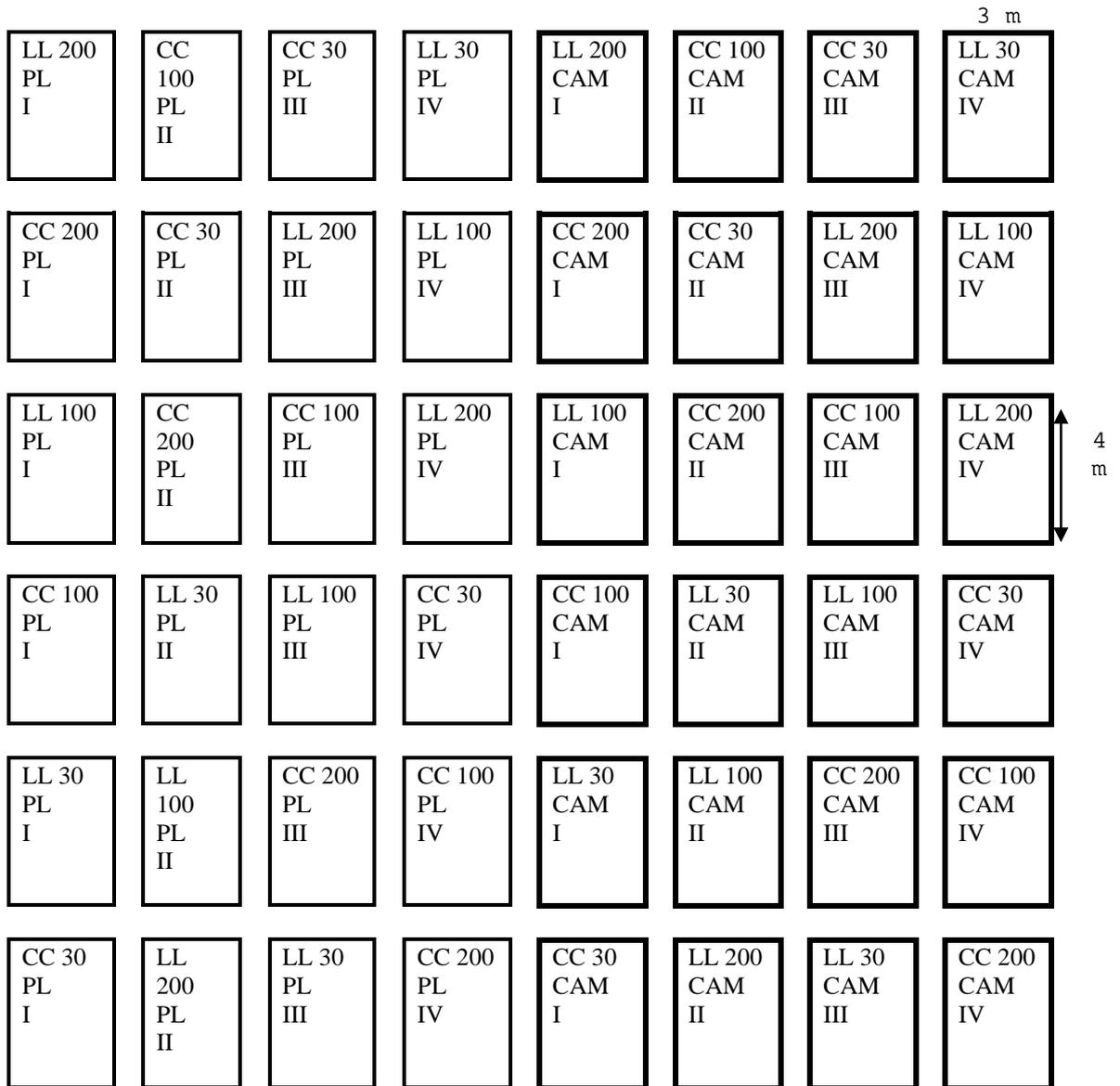


Figura 1. Esquema del diseño experimental. PL: Plano. CAM: Camellón. LL: Llaretá INIA. CC: Corcolón INIA. 30: Dosis de semilla de 30 Kg ha-1, 100: Dosis de semilla 100 Kg ha-1. 200: Dosis de semilla 200 Kg ha-1. Repeticiones I, II, III y IV.

La unidad experimental fue de 3 m de ancho por 4 m de largo, dando 15 hileras separadas a 20 cm en plano y 4 camellones cada uno con 2 hileras separadas a 20 cm (Figura 2). En el cultivo sembrado en camellón, se sembró casi el doble del número de semillas por metro lineal con respecto al cultivo sembrado en plano para mantener la misma dosis de semilla en los dos sistemas de labranza.

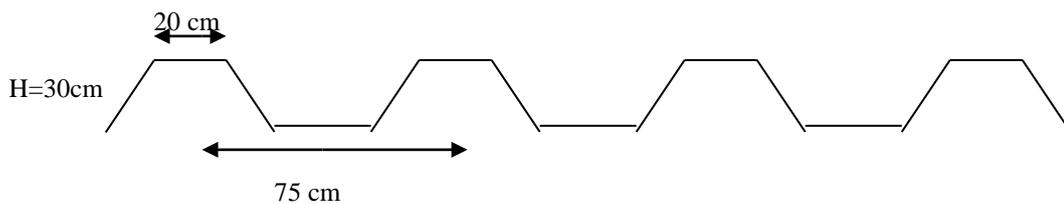


Figura 2. Representación esquemática del tamaño de los camellones.

La semilla se desinfectó con mancozeb - carbendazim (125 g 100 kg⁻¹ semilla). La dosis de fertilización nitrogenada se calculó en base a un rendimiento esperado de 50qq ha⁻¹ y 12% de proteína. Se aplicó 160 kg N ha⁻¹ en forma parcializada: 1/3 a la siembra en forma de urea y 2/3 en primer nudo, en forma de salitre sódico. La cantidad de fósforo se calculó en base al análisis químico de suelo y se aplicó 120 Kg P₂O₅ ha⁻¹ a siembra como superfosfato triple. Se controlaron malezas y plagas como se señala en el cuadro 1.

Cuadro 1. Programa fitosanitario del cultivo durante la temporada 2010.

Fecha	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis
23-Ago	Ajax	Metsulfuron metil	10 g ha ⁻¹
06-Sep	Pirimor	Piricarb	250 g ha ⁻¹
30-Sep	Pirimor	Piricarb	250 g ha ⁻¹

Mediciones

Fenología

Se registró la fecha de emergencia, inicio de macollaje, primer nudo, espigadura y madurez fisiológica, de acuerdo a la escala de Zadoks *et al.*, (1974). Se consideró que el cultivo logró el estado de desarrollo indicado el día en que el 50% de las plantas de la unidad experimental presentó el estado fenológico descrito. Se observaron los ensayos una vez por semana.

Establecimiento de plantas

Se contó el número de plantas en el estado de 2 hojas del cultivo. Se evaluaron en 3 metros lineales por unidad experimental y el resultado se expresó en plantas m⁻².

PAR interceptado

Se midió en inicio de macollaje, primer nudo, y a partir de este último estado de desarrollo las mediciones fueron cada dos semanas hasta espigadura. La medición se efectuó mediante un ceptómetro (modelo SS1 empresa Delta-Tdevice Limitada, Reino Unido) entre hilera en plano y sobre y entre los camellones, bajo y sobre el cultivo, respectivamente (figura 3). Se expresó en porcentaje de radiación interceptada (%), con respecto a la radiación que llega sobre el cultivo.

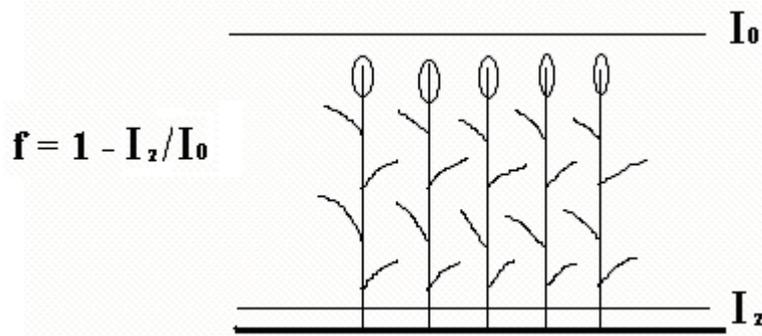


Figura 3. Esquema de medición del PARi donde f es la fracción de radiación incidente que es interceptada por el cultivo desde 0 a z .

Índice de área foliar

Para esta evaluación se sacaron 5 plantas por unidad experimental y las hojas fotosintéticamente activas se midieron con el programa computacional Adobe Photoshop CS2, según la metodología propuesta por Sandrini-Neto, (2007). Tejidos senescentes y amarillos no fueron considerados en la muestra. Se midió a inicio de macollaje, primer nudo y espigadura.

Número máximo de macollos

Se contaron en primer nudo en la misma muestra que se tomó para medir el área foliar. Se expresó en el número máximo de macollos.

Macollos fértiles por planta

Los macollos fértiles por planta se calcularon dividiendo el número de espigas a cosecha por el establecimiento y se restó 1 que representa el tallo principal.

Rendimiento y Componentes

Después que las plantas llegaron a madurez fisiológica, que se determinó cuando el internudo que se encuentra en la base de la espiga cambió a color amarillo, se cosecharon 5 hileras de 1 metro lineal a ras de suelo en el cultivo de trigo sembrado en plano y 4 hileras de 1 metro lineal en camellón. Se separaron 50 tallos con espiga los que se pesaron en húmedo y en seco, antes y después de ser colocados en una estufa a 70°C durante 48 horas. El resto de la muestra de 5 hileras, se pesó sin los 50 tallos para obtener la biomasa y se trilló y se pesó para luego separar 250 granos de cada muestra, de los que se obtuvo el peso en húmedo y en seco de los 250 granos antes y después de ser colocados a una estufa a 70°C durante 48 horas. En el caso del cultivo sembrado en camellón, se cosecharon 4 hileras de 1 metro lineal. Con estos datos se calculó el rendimiento (kg ha^{-1}), sus componentes (número de granos m^{-2} , peso de los granos, número de espigas m^{-2} y granos por espiga) y la biomasa. La información se expresó con un 0% de humedad.

Número de espiguillas por espiga

Se contó el número de espiguillas en 10 espigas por unidad experimental desde el collar hasta la punta de la espiga. Este conteo se realizó en madurez fisiológica.

Altura de planta

Se realizó cuando el cultivo estaba en madurez fisiológica. La medición se hizo mediante una huincha métrica, evaluando desde el suelo hasta la punta de la espiga sin considerar las aristas. Se realizaron 5 evaluaciones por unidad experimental.

Contenido de proteína

La determinación del contenido de proteína en grano se realizó después de madurez fisiológica. Cien gramos de grano por parcela fueron molidos en un molino Perten. La determinación se hizo con un NIR (inframatic 8620, Percon). Los valores se expresaron a un 14% de humedad. Los análisis se realizaron en el laboratorio de calidad Lucchetti. Dado el bajo rendimiento en grano de trigo candeal por unidad experimental, no fue posible obtener más de una observación por parcela, por lo tanto el valor del contenido de proteína en grano en tabla no fue sometido a análisis estadístico.

Peso hectolitro

Se pesaron 250 granos de trigo libre de impurezas, con un equipo ELE Internacional 2174 y una balanza de sensibilidad 0,01 g.

Mediciones climáticas

Se obtuvo información climática de precipitación y temperatura de la Estación Meteorológica del Instituto de Investigaciones Agropecuarias La Platina. (33°40' Sur; 70°37' Oeste; 631 m.s.n.m).

Contenido de agua del suelo

Se midió cada dos semanas durante el periodo de crecimiento del cultivo, intensificándose a una medición por semana después de primer nudo. Las mediciones se realizaron con una sonda FDR (*Frequency Domain Reflectometry*) Diviner 2000. Se instalaron los tubos, excavando en plano y camellón en las parcelas con dosis de siembra de 30 y 200 Kg ha⁻¹, tanto en Llaretta INIA y Corcolén INIA y en 2 repeticiones. En el caso de los camellones, los tubos se instalaron sobre hilera y entre hilera.

Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a un análisis combinado de varianza y cuando existieron diferencias significativas entre los tratamientos, las medias se compararon con el test de LSD Fisher con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas y fenología

En el cuadro 2 se muestra la fenología del cultivo, la precipitación y la temperatura media del periodo de crecimiento del cultivo desde la siembra realizada el 11 de junio de 2010 a la madurez fisiológica del cultivo ocurrida el 12 de noviembre de 2010. El ciclo de desarrollo del cultivo fue bastante corto debido al estrés hídrico experimentado.

Cuadro 2. Precipitación y temperatura media durante las distintas etapas fenológicas del cultivo.

Estado	Fecha	Precipitación (mm)	Temperatura media (C°)
S – E	11 junio a 30 junio	75	8,4
E – IM	30 junio a 16 julio	16	7,4
IM – PN	16 julio a 6 septiembre	32	8,7
PN – E	6 septiembre a 14 octubre	9	12,7
E – MF	14 octubre a 12 noviembre	10	15,8
Total		142	

S: Siembra; E: Emergencia; IM: Inicio del macollaje; PM: Primer nudo; E: Espigadura; MF: Madurez fisiológica.

La precipitación durante el periodo de crecimiento fue de 142 mm. French y Schultz (1984) estimaron que el cultivo evapora 110 mm ha⁻¹ con una eficiencia de transpiración de 20 Kg ha⁻¹ mm⁻¹. Según lo anterior, el rendimiento en grano esperado en función de la pluviometría caída en el periodo de crecimiento del cultivo fue de 640 Kg ha⁻¹. Lo anterior refleja que la precipitación no fue suficiente para mantener un cultivo de trigo económicamente viable. Si a esto se suma que en el periodo crítico (20 días antes y 10 días después de floración) hubo un bajo contenido de agua en el suelo (cercano a PMP), el rendimiento en grano debería ser incluso cercano al valor anterior ya que en este periodo el estrés hídrico afecta de manera considerable el número de granos m⁻², especialmente en estado bota y en menor medida en floración (Campbell *et al.*, 1981). Los mismos autores señalan una eficiencia de producción de materia seca de 55 Kg ha⁻¹ mm⁻¹ estimándose para el caso de este ensayo una biomasa esperada de 2.310 Kg ha⁻¹.

Con respecto a la fenología, no se observaron diferencias entre densidades, variedades y sistema de labranza en emergencia, inicio de macollo, primer nudo, espigadura y madurez fisiológica.

Rendimiento y componentes del rendimiento

El análisis combinado de varianza de la biomasa y espigas m^{-2} evidenció diferencias significativas por dosis de semilla y por sistema de labranza. Sin embargo, el rendimiento, el índice de cosecha y el número de granos m^{-2} tuvieron diferencias significativas atribuidas sólo al sistema de labranza (Apéndice I). En el peso seco de los 1000 granos no se encontró diferencias significativas para ninguno de los factores estudiados.

Respecto a la biomasa, la dosis de 30 Kg ha^{-1} fue significativamente inferior a la de 100 Kg ha^{-1} , la cual no resultó ser diferente de la dosis más alta (Cuadro 3). Turner *et al.* (1994), en un ambiente con sequía terminal, también observaron diferencias en la biomasa con cambios en la densidad de planta. Resultados distintos encontró Boogaard *et al.*, (1996), que no encontraron diferencias en biomasa a distintas dosis de semilla. Pese a esto, el rendimiento no fue afectado por la dosis de semilla y las tres dosis tuvieron valores similares, lo que concuerda con estudios anteriores realizados en plano, en condición de secano, en que no se encontraron diferencias significativas por dosis de semilla (Blue *et al.*, 1990; Pourrat, 1992; Turner *et al.*, 1994; Boogaard *et al.*, 1996; Photiades y Hadjichristodoulou 2003; Schillinger, 2005; Otteson *et al.*, 2008; Vera, 2012). En camellón, existe poca información en secano, sin embargo, Moreno *et al.*, (1980) y Sayre y Moreno (1997) afirman que en riego, altas dosis de semilla tienen rendimientos similares que dosis de semilla bajas. Lo anterior se explica por la capacidad compensatoria que posee el trigo, basada en la producción de macollos, que mantiene sus rendimientos estables a dosis tan bajas como 30 kg ha^{-1} o tan altas como 200 kg ha^{-1} (Zhang y Oweis, 1999; Duggan *et al.*, 2005; Elhani *et al.*, 2007). Por el contrario, son escasos los estudios que muestran que al aumentar la dosis de semilla, aumenta el rendimiento (Carr *et al.*, 2003), aunque las diferencias de estos rendimientos son bajas. Según FUNDACIÓN CHILE (2008) el gasto en semillas representa un 10% de los costos directos de la producción de trigo por lo que la decisión de sembrar a una determinada dosis de semilla puede significar un retorno positivo al final de la temporada. Si bien, al disminuir la dosis de semilla se ahorraría en costos de semilla, dosis de semilla baja requieren un mayor cuidado en el control de malezas.

La dosis de semilla tuvo efecto en el número de espigas por m^{-2} . Al aumentar la dosis de semilla, aumentó el número de espigas por m^2 (Cuadro 3), donde las dosis de 100 y 200 Kg ha^{-1} tuvieron valores similares. Este efecto compensatorio de un mayor número de espigas m^{-2} con una menor dosis de semilla se ha observado en numerosos trabajos (Blue *et al.*, 1990; Pourrat, 1992; Arduini *et al.*, 2006; Otteson *et al.*, 2008; Fang *et al.*, 2010). Los valores encontrados en este estudio son bajos con respecto a otros estudios mencionados que oscilan entre 300 a 500 espigas por m^{-2} , debido al corto periodo de macollaje y a la muerte de macollos por el estrés hídrico. En el número de granos por espiga, aunque no existió una diferencia significativa al 5%, existió una tendencia al 10% donde al aumentar la dosis de semilla, disminuyó el número de granos por espiga, lo que ayudó a compensar la falta de espigas por m^2 de la dosis menor, resultando en un rendimiento similar (Apéndice II). Resultados similares registraron anteriores estudios donde al aumentar la dosis de semilla, disminuyó el número de granos por espiga (Blue *et al.*, 1990; Pourrat, 1992; Turner *et al.*, 1994; Boogaard *et al.*, 1996; Otteson *et al.*,

2008).

Cuadro 3. Efecto de la dosis de semilla sobre el rendimiento, sus componentes y el IC.

Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Biomasa (Kg ha ⁻¹)	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	IC	Granos m ⁻²	PMG (g)	Espigas m ⁻²	Granos espigas ⁻¹
30	5.257 a	645 a	0,13 a	1.892 a	32,5 a	231 a	8,3 a
100	6.225 b	686 a	0,11 a	2.150 a	31,3 a	343 b	6,2 a
200	6.236 b	729 a	0,11 a	2.129 a	32,5 a	348 b	5,9 a
CV	18	59	53	50	19	18	47

IC: Índice de cosecha; PMG: Peso de los mil granos.

El sistema de labranza tuvo un efecto sobre la biomasa, rendimiento, índice de cosecha, número de granos por superficie y espigas por superficie (Cuadro 4). El plano tuvo valores mayores que el camellón en todas las variables del rendimiento y los componentes del rendimiento, contrario a los resultados de estudios anteriores (Fahong *et al.*, 2004; Zhang *et al.*, 2007; Fahong *et al.*, 2011), realizados en condición de riego. Ante una sequía terminal del cultivo, la siembra en camellón resultó ser más perjudicial que la siembra en plano, obteniendo un menor rendimiento, menores valores en el número de granos por área, peso de los 1.000 granos, espigas por área y granos por área.

Cuadro 4. Efecto del sistema de labranza sobre el rendimiento, sus componentes y el IC.

Sistema de labranza	Biomasa (Kg ha ⁻¹)	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	IC	Granos m ⁻²	PMG (g)	Espigas m ⁻²	Granos espigas ⁻¹
Camellón	5.453 a	513 a	0,09 a	1.604 a	31,5 a	284 a	5,9 a
Plano	6.359 b	861 b	0,14 b	2.510 b	32,8 a	331 b	7,7 a
CV	18	52	50	45	18	24	47

IC: Índice de cosecha; PMG: Peso de los mil granos.

La variedad no tuvo efecto sobre el rendimiento ni en los componentes del rendimiento, por lo que las variedades más utilizadas en trigo candeal en Chile no tienen mayores diferencias en cuanto a rendimiento (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la variedad sobre el rendimiento, sus componentes y el IC.

Variedad	Biomasa (Kg ha ⁻¹)	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	IC	Granos m ⁻²	PMG (g)	Espigas m ⁻²	Granos espigas ⁻¹
Corcolén INIA	5896 a	705 a	0,12 a	2105 a	32,5 a	297 a	7,1 a
Llaretá INIA	5917 a	668 a	0,11 a	2009 a	31,7 a	318 a	6,5 a
CV	19	58	53	50	18	25	49

IC: Índice de cosecha; PMG: Peso de los mil granos.

Los valores de rendimiento e índice de cosecha fueron extremadamente bajos, sin embargo, la biomasa tuvo un valor alto. El peso seco de los 1000 granos varió entre 28,2 y 36,5 g. Este es un valor bajo ya que si no hubiera existido sequía, los valores estarían entre 45 a 50 g (Elhani *et al.*, 2007). Royo *et al.* (2000) plantea que el déficit hídrico desde anthesis a madures fisiológica, especialmente si es acompañado por alta temperatura, acelera la senescencia foliar, reduce la duración y el llenado de grano que termina reduciendo el peso final de los granos. No obstante, los valores en el peso de los granos son similares a otros estudios con estrés hídrico (Fischer y Maurer, 1978; Boogaard *et al.*, 1996).

Balance hídrico

En la Figura 4 se muestra el contenido de agua en el suelo en el cultivo sembrado en plano y camellón de las dosis de semilla más extremas (30 y 200 Kg ha⁻¹). El cultivo fue afectado por un déficit hídrico encontrándose el contenido de agua del suelo a PMP a partir de espigadura. Además el cultivo de trigo candeal sembrado en camellón tuvo un mayor contenido de agua que el trigo candeal sembrado en plano durante el periodo del cultivo. La dosis de semilla de 30 Kg ha⁻¹ tuvo un mayor contenido de agua que la dosis de 200 Kg ha⁻¹ independiente del sistema de labranza.

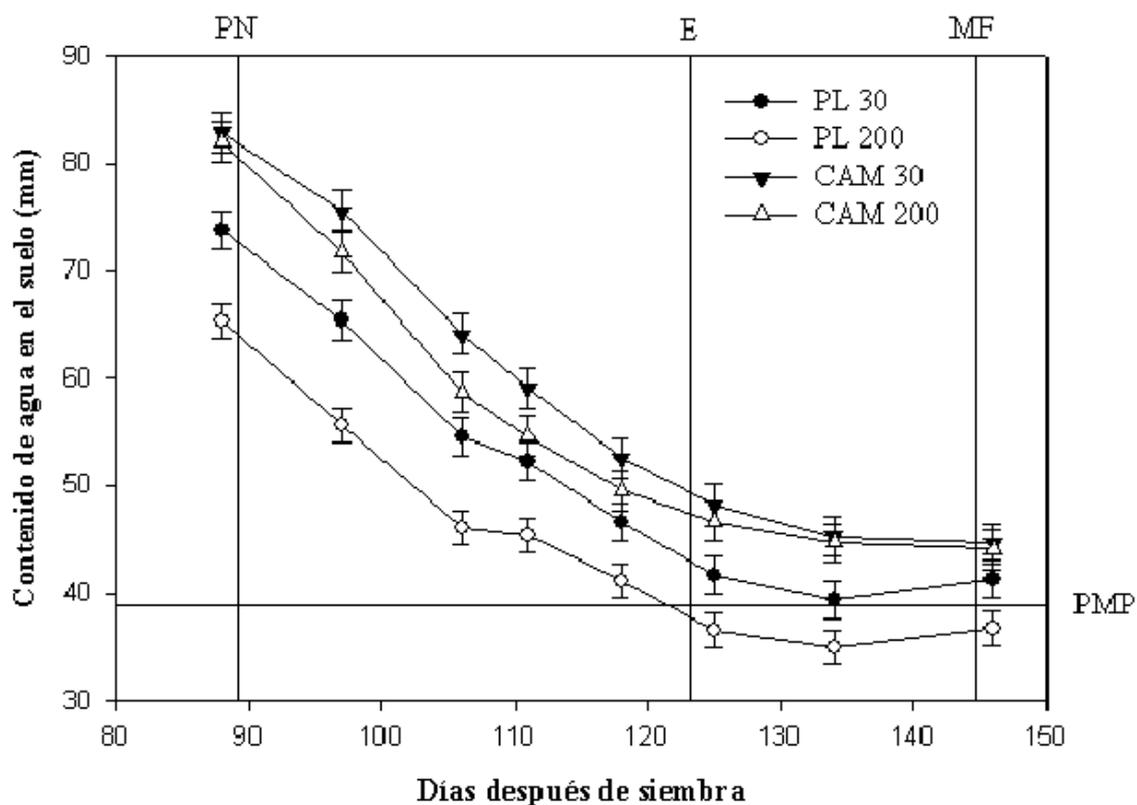


Figura 4. Balance hídrico durante de los ensayos plano (PL) y camellón (CAM) de las dosis de semilla 30 y 200 Kg ha⁻¹. PN: Primer nudo; E: Espigadura; MF; Madurez fisiológica; PMP: Punto de marchitez permanente. Las Barras corresponden al error estándar de la media de la media.

La precipitación durante el periodo de crecimiento fue de 142 mm y en espigadura el cultivo llegó a estar cercano a PMP (Figura 4). La proporción de agua disponible a floración es un factor clave en la evolución del índice de cosecha (Passioura, 2002). Este autor señala que cuando la proporción de agua disponible usada a floración es mayor a 0,5 hay una reducción del rendimiento por este concepto directamente asociado con una caída en el índice de cosecha (Figura 5). En el cultivo estudiado, la proporción de agua disponible usada a floración fue cercana a 1 ya que el suelo estaba cercano a PMP explicando con ello el bajo valor en rendimiento e índice de cosecha, pese al alto valor de biomasa (Figura 4). Este alto valor de la biomasa encontrada se debe a la distribución de las precipitaciones que en el caso del ensayo fue muy concentrada al comienzo de la estación de crecimiento. French y Schultz (1984) señalan que si el trigo utilizara hasta un 70% del total de agua en antesis llegaría a un rendimiento máximo.

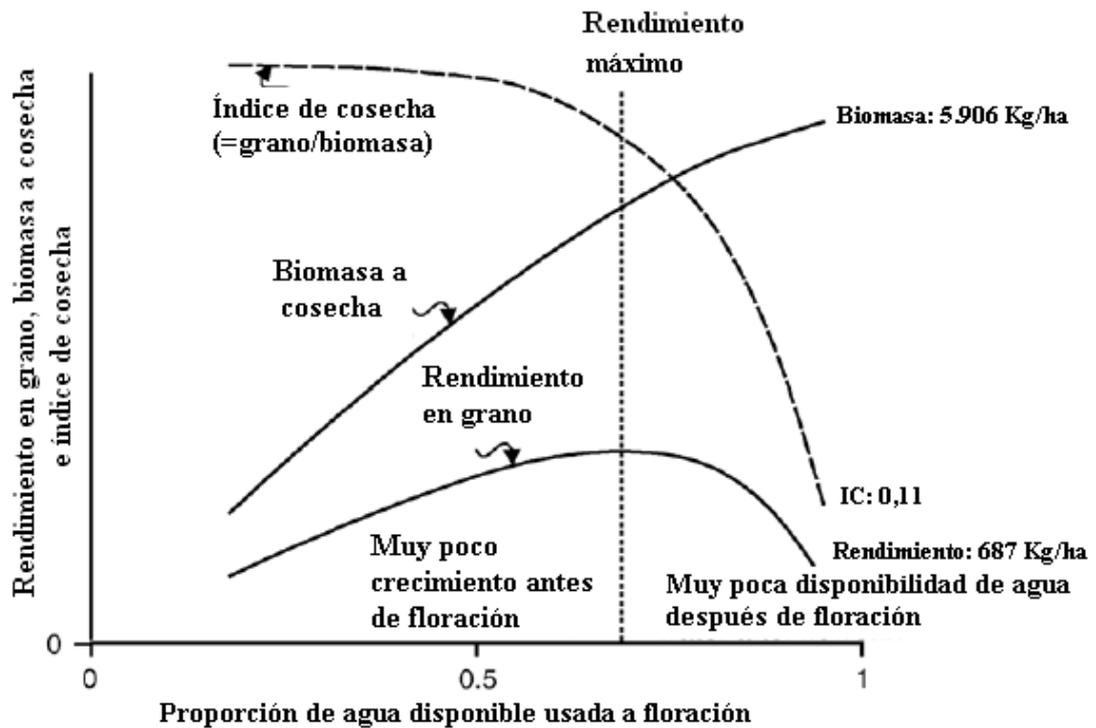


Figura 5. Gráfico esquemático del rendimiento en grano de trigo, biomasa a cosecha e índice de cosecha, en relación a la proporción de agua disponible usada a floración. La escala del eje y es arbitraria, aunque el máximo índice de cosecha frecuentemente es 0,5. Reproducido de Passioura (2002).

Establecimiento y macollos

El análisis combinado de varianza mostró que en el establecimiento existió una interacción entre dosis de semilla y sistema de labranza (Figura 6), donde se observa que al aumentar la dosis de semilla, la diferencia en el número de plantas establecidas entre plano y camellón aumenta, a favor de la siembra en plano.

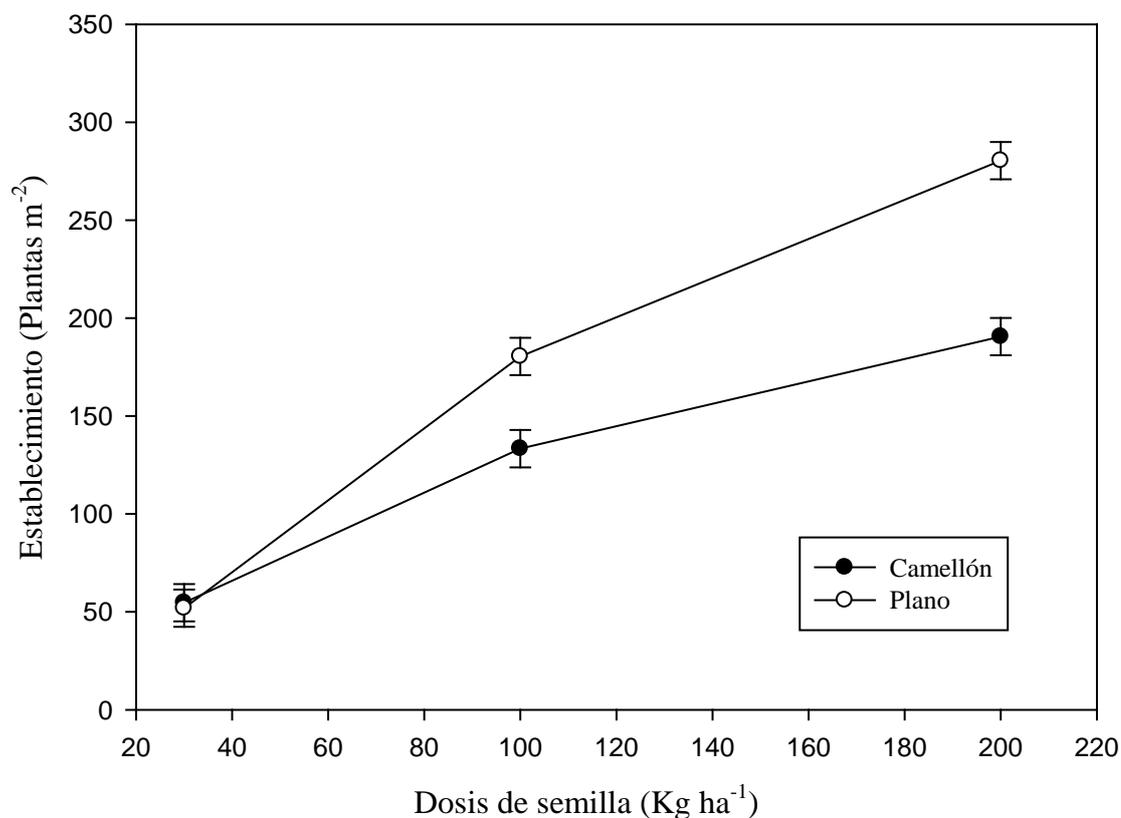


Figura 6. Interacción sistema de labranzas x dosis de semilla para el establecimiento de plantas. Las Barras corresponden al error estándar de la media de la media.

La dosis de semilla tuvo un efecto sobre el establecimiento, el número máximo de macollos por planta y el número de macollos fértiles por planta (Cuadro 6), lo que confirma la gran capacidad compensatoria que posee el trigo candeal (Zhang y Oweis, 1999; Elhani *et al.*, 2007; Vera, 2012). Al aumentar la dosis de semilla, aumentó el número de plantas establecidas por metro lineal. Por otro lado, al disminuir la dosis de semilla, aumentó el macollaje por planta y el número de macollos fértiles por planta. La menor dosis de semilla superó en 2,5 veces el número máximo de macollos por planta a la dosis menor, observándose en esta menor dosis de semilla 5 veces mayor número de macollos fértiles por planta que en la dosis de semilla de 200 Kg ha⁻¹.

Cuadro 6. Efecto de la dosis de semilla sobre el establecimiento, el número máximo de macollos por planta y el número de macollos fértiles por planta.

Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Establecimiento (pl m ⁻¹)	Número máximo de macollos por planta	Número de macollos fértiles por planta
30	15 a	9,3 c	3,4 c
100	43 b	6,0 b	1,3 b
200	64 c	3,8 a	0,6 a
CV	25	31	40

En el cuadro 7 se muestra el efecto del sistema de labranza sobre el establecimiento, el macollaje y la fertilidad de macollos. El sistema de labranza tuvo efecto sólo en el establecimiento y en el macollaje por planta. En la siembra en plano existió un mayor número máximo de macollos por plantas que en camellón, posiblemente debido a que en camellón existió una mayor competencia, al existir un mayor número de plantas por hilera y con ello, un menor rendimiento del cultivo de trigo candeal sembrado en camellón que en plano.

Lo anteriormente mencionado hace pensar que el camellón, al tener un mayor número de semillas sobre hilera y una mayor distancia entre hilera, ante una escases de agua en el suelo, se produce una competencia entre plantas lo que genera un menor número de plantas por metro lineal y modificaciones en el ambiente lumínico del cultivo, determinando un menor macollaje lo que se tradujo en un menor IAF, menor PARi, menor rendimiento, menor espigas por m² y menor granos por m² (Cuadro 4).

Cuadro 7. Efecto del sistema de labranza sobre el establecimiento, el número máximo de macollos por planta y el número de macollos fértiles por planta.

Sistema de labranza	Establecimiento (pl m ⁻¹)	Número máximo de macollos por planta	Número de macollos fértiles por planta
Camellón	47 b	5,71 a	1,73 a
Plano	34 a	7,04 b	1,74 a
CV	52	46	80

En el cuadro 8 se muestra el efecto de la variedad sobre el establecimiento, el macollaje y la fertilidad de macollos. La variedad sólo tuvo efecto sobre el número de macollos fértiles observándose un mayor número de macollos fértiles en Llaretta INIA. Román (2009), en condiciones de riego, observó que Llaretta INIA tuvo un mayor macollaje con respecto a Corcolén INIA, pero cabe destacar que en el presente estudio no se encontró diferencia en el macollaje entre variedades posiblemente debido al estrés hídrico que sufrieron.

Cuadro 8. Efecto de la variedad sobre el establecimiento, el número máximo de macollos por planta y el número de macollos fértiles por planta.

Variedad	Establecimiento (pl m ⁻¹)	Número máximo de macollos por planta	Número de macollos fértiles por planta
Corcolén INIA	42 a	6,2 a	1,5 a
Llaretta INIA	40 a	6,5 a	1,9 b
CV	55	47	80

Estudios realizados por Otteson *et al.* (2008) y Fang *et al.* (2010) mostraron resultados similares a los mencionados anteriormente, donde la compensación por la baja de población aumentó el número de macollos ocupando todo el espacio que tiene disponible.

PAR interceptado (PARi)

El análisis combinado de varianza mostró que la dosis de semilla tuvo efecto sobre el PARi en inicio de macollo, primer nudo y dos semanas antes de espigadura (primer nudo y espigadura) y el sistema de labranza tuvo efecto sobre el PARi en inicio de macollo, primer nudo y espigadura (Apéndice I).

En la figura 7 se muestra la evolución del PARi por dosis de semilla durante el periodo de desarrollo del cultivo. Se observa que el PARi llega a su máximo valor 2 semanas antes de espigadura (entre primer nudo y espigadura) para luego disminuir en espigadura, debido a la senescencia, acelerada por la sequía que disminuyó los valores de IAF. La dosis de 200 Kg ha⁻¹ resultó con un mayor PARi que las dosis restantes en el inicio del periodo de crecimiento (inicio de macollo y primer nudo). Sin embargo, a dos semanas de espigadura, la dosis de 100 Kg ha⁻¹ logró un valor similar que la dosis más alta y mayor que la dosis de 30 Kg ha⁻¹ debido al mayor macollaje que experimentó el cultivo.

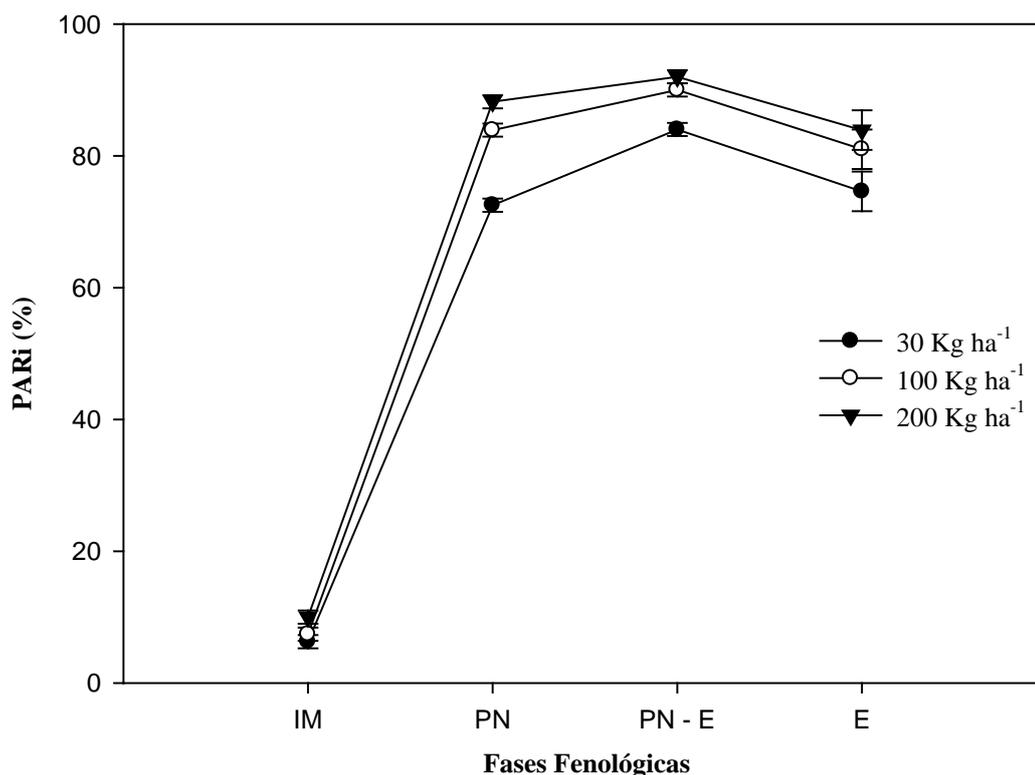


Figura 7. Efecto de la dosis de semilla en el PARi en diferentes fases. IM: Inicio del macollaje, PN: primer nudo, PN-E: entre primer nudo y espigadura, E: espigadura. Las Barras corresponden al error estándar de la media de la media.

En la figura 8 se muestra que el cultivo sembrado en plano tuvo un mayor PARi que en camellón en el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo. No obstante, el trigo

sembrado en camellón logró un valor similar que el trigo sembrado en plano 2 semanas antes de espigadura. Posteriormente, en espigadura, el plano logró mantener el PARi y el camellón disminuyó el PARi. Estos resultados podrían explicar el mayor rendimiento obtenido por el trigo candeal sembrado en plano debido a que logra un mayor PARi.

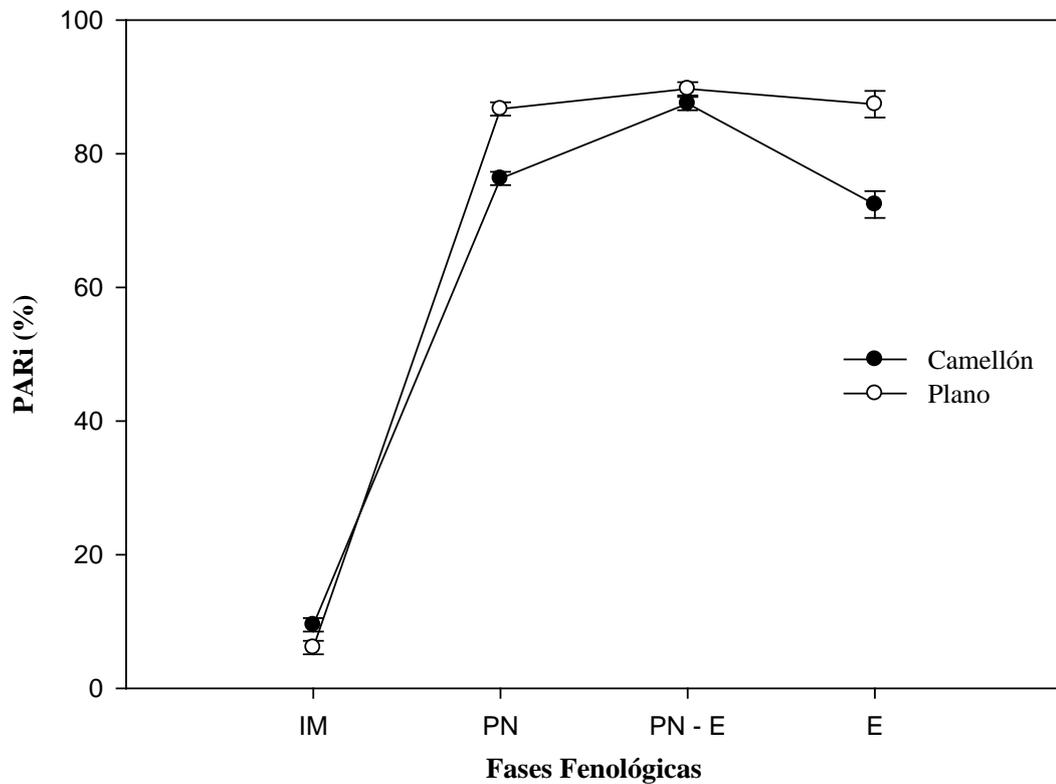


Figura 8. Efecto del sistema de labranza en el PARi en diferentes fases de desarrollo. IM: Inicio del macollaje, PN: primer nudo, PN-E: entre primer nudo y espigadura, E: espigadura. Las Barras corresponden al error estándar de la media de la media.

Llaretá INIA tuvo un mayor PARi que Corcolén INIA en primer nudo para luego no tener diferencias en el resto de la temporada. En condición de riego Román (2009), encontró diferencias a lo largo de la temporada resultando mayor PARi en Llaretá INIA que Corcolén INIA. La diferencia observada en PARi en primer nudo entre las variedades posiblemente ocurrió porque hasta ese momento no existió un estrés hídrico, posteriormente este efecto posiblemente desapareció debido al fuerte estrés hídrico experimentado por el cultivo.

El cultivo de trigo sembrado en este estudio tuvo un máximo PARi de 90% dos semanas antes de espigadura y no alcanzó 95% debido a las bajas precipitaciones durante el periodo de crecimiento.

Índice de área foliar

El análisis combinado de varianza mostró que la dosis de semilla y el sistema de labranza tuvieron efecto en el IAF. La dosis de semilla tuvo efecto en los tres momentos de medición (inicio de macollo, primer nudo y espigadura) y el sistema de labranza tuvo efecto en primer nudo y espigadura (Apéndice I).

El IAF llegó a su máximo valor en primer nudo (2,5 en las dosis de semilla mayores) para luego decaer en espigadura. Estudios realizados en ambiente seco mediterráneo han obtenido como máximo un IAF de 3 (Royo *et al.*, 2004; Albrizio y Steduto 2005), levemente mayores a los de este estudio. Sin embargo, otros autores han observado IAF mayores, valores de 6 (Guinta *et al.*, 1995) y de 8 (Kara y Mujdeci 2010) con mayor precipitación (500mm). En el caso de este estudio, la baja pluviometría, mala distribución y el corto periodo de crecimiento explican el bajo valor obtenido. La disminución de IAF observada a partir de primer nudo es un mecanismo de aclimatación reduciendo la transpiración para sobrevivir ante un estrés hídrico (Simane *et al.*, 1993). Resultados similares fueron informados por Royo *et al.* (2004), sin embargo el máximo de IAF ocurrió en el estado de bota debido posiblemente a que el secado de ese ensayo no fue tan extremo como en el de este estudio. Kara y Mujdeci (2010) tuvieron valores similares de IAF en primer nudo a los observados en el presente estudio.

El IAF crítico o suficiente de los cultivos está asociado con una interceptación de radiación incidente por encima del 95%. Brougham (1956) en ballica y trébol blanco mostró que la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) aumentó hasta un IAF de 5, donde el canopy interceptó el 95 % de la radiación solar incidente (Figura 2). Un IAF por encima de 5 no cambió significativamente la TCC.

En la figura 9 se muestra la evolución del IAF por dosis de semilla durante el periodo de desarrollo del cultivo. Se observó que el IAF llegó a su máximo valor en primer nudo para luego disminuir en espigadura, debido a la senescencia de hojas. La dosis de 100 y 200 Kg ha⁻¹ tuvieron el mayor valor de IAF en primer nudo y espigadura.

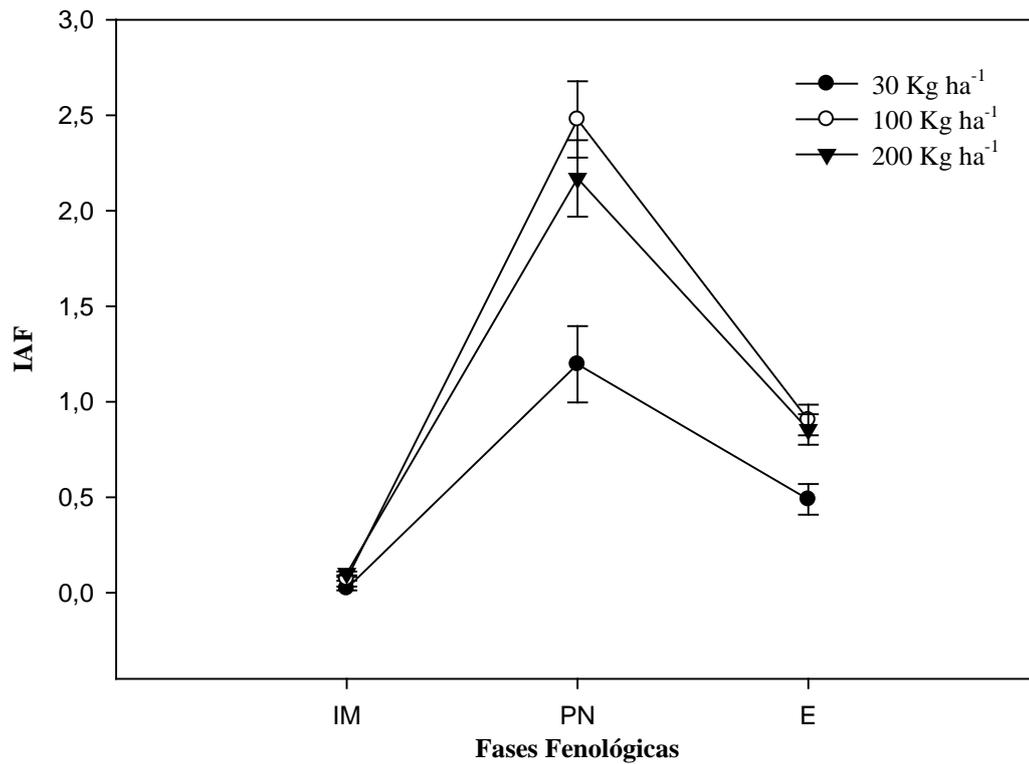


Figura 9. Efecto de la dosis de semilla sobre el IAF en diferentes fases. IM: Inicio del macollaje, PN: primer nudo, E: espigadura. Las barras corresponden al error estándar de la media de la media.

En la figura 10 se muestra la evolución del IAF en cada sistema de labranza durante el periodo del cultivo. El cultivo sembrado en plano obtuvo un mayor IAF que el sembrado en camellón durante los tres momentos de medición. Esto se encuentra en línea con el mayor rendimiento en grano del cultivo sembrado en plano que el cultivo sembrado en camellón.

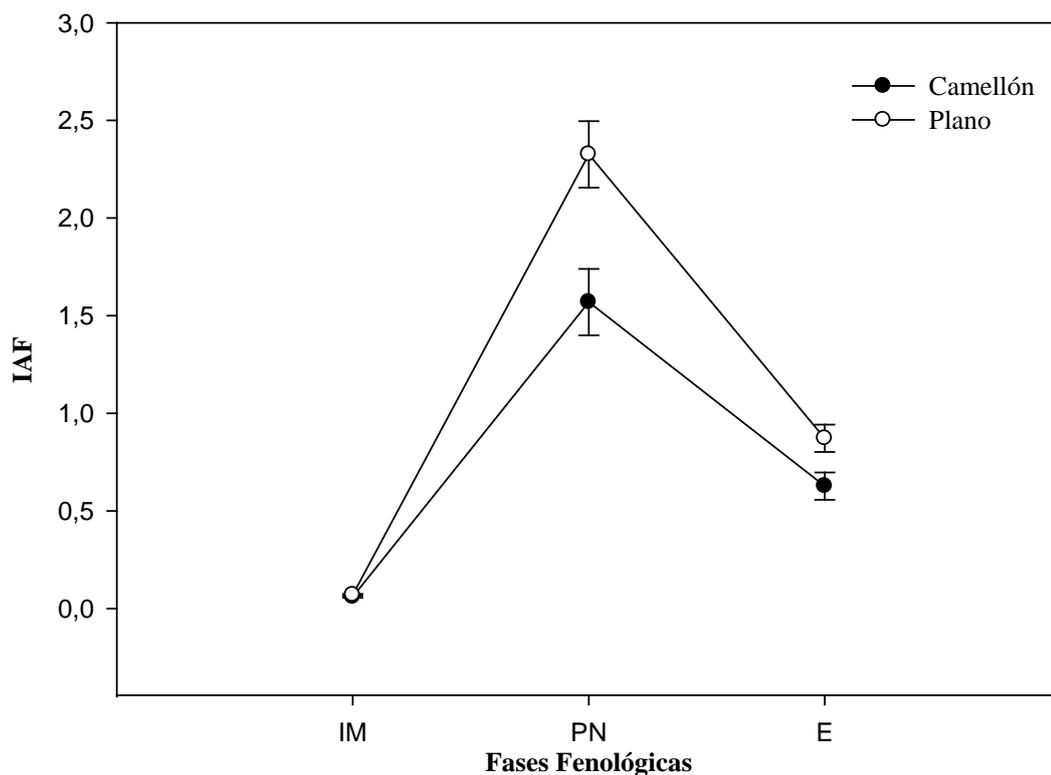


Figura 10. Efecto del sistema de labranza sobre el IAF en diferentes fases. IM: Inicio del macollaje, PN: primer nudo, E: espigadura. Las Barras corresponden al error estándar de la media.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el IAF entre las variedades. Si bien en inicio de crecimiento del cultivo se registro un mayor PARI para Llaretá INIA, este no estuvo asociado a un IAF mayor, lo que puede deberse a un efecto en la arquitectura de la planta sobre la extinción de la radiación, debido a un mayor ángulo de inclinación de las hojas.

Espiguillas por espiga

El análisis combinado de varianza mostró que en espiguillas por espiga hubo diferencias significativas por dosis de semilla y por variedad (Apéndice I).

En el cuadro 9 se muestra el efecto de la dosis de semilla, sistema de labranza y variedad sobre el número de espiguillas por espiga, donde la dosis de semilla tuvo un efecto sobre las espiguillas por espiga. Al disminuir la dosis de semilla, aumentó el número de espiguillas por espiga. Con respecto al sistema de labranza, este no tuvo un efecto en el número de espiguillas por espiga. En cuanto a la variedad, Llaretá INIA tuvo un menor número de espiguillas por espiga que Corcolén INIA.

Cuadro 9. Efecto de la dosis de semilla, sistema de labranza y variedad sobre el número de espiguillas por espiga.

Dosis de semilla (Kg ha⁻¹)	Espiguillas Espiga⁻¹
30	18,6 c
100	17,5 b
200	16,3 a
CV	5
Sistema de labranza	Espiguillas Espiga⁻¹
Camellón	17,3 a
Plano	17,6 a
CV	7
Variedad	Espiguillas Espiga⁻¹
Corcolén INIA	17,8 b
Llaretá INIA	17,2 a
CV	7

Altura de planta

El análisis combinado de varianza mostró que la altura de planta cambió sólo con la dosis de semilla (Apéndice I).

En el cuadro 12 se muestra el efecto de la dosis de semilla, sistema de labranza y variedad sobre la altura de planta. Al aumentar la dosis de semilla, aumentó la altura de planta probablemente debido a una mayor competencia por luz con mayor número de plantas por área. Las dosis menores, como se explicó anteriormente, compensaron la falta de plantas aumentando el macollaje por planta ocupando todo el espacio para interceptar una mayor cantidad de radiación. Con respecto al sistema de labranza y variedad, estos no tuvieron un efecto en el número de altura de planta (Cuadro 12).

Cuadro 10. Efecto de la dosis de semilla, sistema de labranza y variedad sobre la altura de planta.

Dosis de semilla (Kg ha⁻¹)	Altura de planta cm.
30	57,5 a
100	59,4 b
200	60,2 b
CV	6
Sistema de labranza	Altura de planta cm
Camellón	58,7 a
Plano	59,3 a
CV	6
Variedad	Altura de planta cm
Corcolén INIA	58,7 a
Llaretta INIA	59,3 a
CV	6

Proteína y peso hectolitro

En el cuadro 15 se muestra el contenido de proteína y el peso de hectolitro en camellón y plano por variedad y dosis de semilla.

Cuadro 11. Proteína y peso del hectolitro en plano y camellón por variedad.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha⁻¹)	Proteína (%)	Peso hectolitro (Kg hl⁻¹)
Camellón	Llaretta INIA	30	15,1	73,4
	Llaretta INIA	100	15,4	68,3
	Llaretta INIA	200	15,4	67,8
	Corcolén INIA	30	15,3	70,5
	Corcolén INIA	100	15,4	71,0
	Corcolén INIA	200	15,2	71,8
Plano	Llaretta INIA	30	15,5	76,1
	Llaretta INIA	100	16,0	70,1
	Llaretta INIA	200	15,9	73,7
	Corcolén INIA	30	15,6	69,4
	Corcolén INIA	100	15,3	74,3
	Corcolén INIA	200	15,9	76,6

Las condiciones climáticas durante el llenado de grano son crucialmente importantes en la calidad del grano de trigo en ambiente mediterráneo (Rharrabti *et al.*, 2002). Dado el fuerte estrés hídrico terminal que sufrió el experimento, el contenido de proteína del ensayo fue alto y fluctuó entre 15,1 y 16,0 % respectivamente. Estos valores son altos para el mercado de las pastas que requiere como mínimo 10% de proteína. Giunta *et al.* (1995) y Clarke *et al.* (1990) establecieron que ante una sequía, la carencia de agua afecta la absorción de nitrógeno hacia la raíz aunque este efecto no se reflejó en el contenido de proteína que debido al bajo rendimiento en grano donde el porcentaje de proteína aumento por un efecto de concentración (Campbell *et al.*, 1981). Dado el bajo rendimiento en grano de trigo candeal por unidad experimental, no fue posible obtener más de una observación por parcela, por lo tanto el valor del contenido de proteína en grano en tabla no fue sometido a análisis estadístico.

La dosis de semilla no tuvo un efecto sobre el rendimiento, por lo que el rendimiento en grano se mantuvo constante con las dosis de semilla probadas. Otros autores han llegado a conclusiones similares (Blue *et al.*, 1990; Pourrat, 1992; Turner *et al.*, 1994; Boogaard *et al.*, 1996; Photiadesy Hadjichristodoulou 2003; Schillinger, 2005; Otteson *et al.*, 2008; Vera, 2012). Este comportamiento se explica por la capacidad compensatoria del trigo candeal (Zhang y Oweis, 1999; Duggan *et al.*, 2005; Elhani *et al.*, 2007) debido a la mayor producción de macollos por plantas y macollos fértiles por planta en las menores densidades de siembra (Cuadro 6). Si bien la dosis de semilla más baja tuvo un menor número de espigas por m², el número de granos por espiga y el número de espiguillas por espiga de la dosis de semilla menor fue el más alto (Cuadro 3 y Cuadro 9) lo que ayudó a compensar el bajo número de espigas por área. El rendimiento por planta disminuyó notoriamente con el aumento de la densidad de semilla. Sin embargo, debido a la plasticidad fenotípica de esta especie, los rendimientos por unidad de área fueron iguales concordando con Kruk y Satorre (2003). En cuanto al PARi, la dosis de semilla de 30 Kg ha⁻¹ tuvo la menor interceptación durante el periodo de crecimiento (Figura 6), y menor IAF (Cuadro 8), sin embargo, este fenómeno no tuvo un efecto en el rendimiento debido posiblemente a que las dosis más altas tuvieron un mayor sombramiento, lo que generó un mayor número de hojas parasitarias que no aportaron a la producción de asimilados (Cuadro 12).

El cultivo sembrado en camellón tuvo un menor rendimiento que el sembrado en plano debido, probablemente, a la mayor competencia de plantas sobre la hilera en el cultivo en camellón. Esto se debió a que el cultivo en camellón tuvo un menor numero de hileras por unidad de superficie (5 hileras m⁻² en plano vs 2,7 hileras m⁻² en camellón) por lo que se duplicó el numero de semillas sobre la hilera para mantener la misma dosis de semilla en camellón que en plano. Esta mayor competencia sobre la hilera se reflejó en un menor número de plantas establecidas que las esperadas y un menor macollaje del cultivo en camellón con respecto al cultivo sembrado en plano (Cuadro 7) que se expresó en un menor PARi (Figura 7), un menor IAF (Figura 9) y finalmente un menor rendimiento (Cuadro 4).

Por otra parte, el cultivo tuvo un rendimiento en grano de 687 Kg ha⁻¹, el cual es muy bajo, asociado a una anormalmente baja precipitación de 142 mm. French y Schultz (1984) estimaron que con una eficiencia del uso del agua de 20 Kg ha⁻¹ mm⁻¹, donde además, estos autores asumieron una evaporación directa del agua del suelo de 110 mm,

el rendimiento esperado era de 640 Kg ha^{-1} , muy similar a lo efectivamente obtenido. Además, los autores citados señalan una eficiencia del uso del agua en producción de materia seca de $55 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ estimándose para el caso de este ensayo una biomasa esperada de 2.310 Kg ha^{-1} , aunque se debe tener presente que el cultivo registró una biomasa de 5906 Kg ha^{-1} . Passioura (2002) señala que el IC se reduce fuertemente cuando se consume más de 75% del agua antes de floración. En este caso el agua consumida antes de floración fue de 100%, lo que explica el bajo IC obtenido en este experimento, el cual fue de 0,11. Este fenómeno es denominado “haying off”, el cual consiste en un crecimiento vegetativo vigoroso debido a un alto nivel de nitrógeno en el suelo. La mayor producción de biomasa vegetativa implica una mayor superficie evapotranspirante, por lo que el agua del suelo es consumida casi en su totalidad previo a floración (Van Herwaarden *et al.*, 1998). El autor anterior, además de encontrar una alta biomasa y bajo rendimiento, observó un alto nivel de proteína en el grano asociado al “haying off”.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este ensayo se puede concluir lo siguiente:

En clima mediterráneo con baja pluviometría (142 mm) y suelos de textura fina, el rendimiento de trigo candeal, de las variedades Llaretta INIA y Corcolén INIA, no cambia con la dosis de semilla. E independiente de la dosis de semilla, el rendimiento disminuye cuando la siembra se realiza en camellones, por lo tanto la hipótesis se rechaza.

No hubo diferencias en la capacidad macolladora de las variedades Llaretta INIA y Corcolén INIA. Mientras que el macollaje aumenta con la disminución de la dosis de semilla.

En cuanto a cambios en la calidad del grano de trigo candeal, los datos de este trabajo no son concluyentes.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, E. y P. Silva. 2007. Trigo Candeal: calidad, mercado y zonas de cultivo. Editorial Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 12. Santiago, Chile. 182p.

Albrizio, R. and P. Steduto. 2005. Resource use efficiency of field-grown sunflower, sorghum, wheat and chickpea I. Radiation use efficiency. *Agriculture and Forest Meteorology* 130: 365-268.

Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli and M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal Agronomy* 25: 309-318.

Blue, E.N., S.C. Mason and D.H. Sander. 1990. Influence o Plating Date, Seeding Rate, and Phosphorus Rate on Wheat Yield. *Agronomy Journal* 82: 762-768.

Boogaard, R., E.J. Veneklaas, J.M. Peacock y and H. Lambers. 1996. Yield an water use of wheat (*Triticum aestivum*) in a Mediterranean environment: Cultivar differences and sowing density effects. *Plant Soil* 181: 251-262.

Brougham, R.W. 1956. Efect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal Agriculture Research* 7:377-387.

Campbell, C.A., H.R. Davidson and G.E. Winkleman. 1981. Effect of nitrogen, temperature, growth stage and duration of moisture stress on yield components and protein content of Manitou Spring Wheat. *Canadian Journal Plant Science* 61: 549-563.

Carr, P.M., R.D. Horsley and W.W. Poland. 2003. Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars: I. Grain production. *Crop Science* 43: 202-209.

Clarke, J.M., C.A. Campbell, H.W. Cutforth, R.M. Depauw and G.E. Winkleman. 1990. Nitrogen and phosphorus uptake, translocation, and utilation efficiency of wheat in relation to environment and cultivar yield and protein levels. *Canadian Journal of Plant Science* 70: 965-977.

Comisión Nacional de Riego. 1981. Estudio de Suelos del Proyecto Maipo IV. Santiago, Chile. 604 – 802.

Destro, D., E. Miglioranza, C. Arrabal, J. Vendrame and J. Vieira de Almeida. 2001. Main stem and tiller contribution to wheat cultivars yield under different irrigation regimes. *Brazilian Archives of. Biology and Technology* 44: 325-330.

Duggan, B.L., R.A. Richards, A.F., Van Herwaarden and N.A. Fettell. 2005. Agronomy evaluation of a tiller inhibition gene (*tin*) in wheat. I. Effect on yield, yield components, and grain protein. *Australian Journal of Agricultural Research* 56 (2): 169-178.

- Elhani, V., V. Martos, Y. Rharrabti, C. Royo and L.F. Garcia del Moral, L.F. 2007. Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*) grain yield and its components grown in Mediterranean environments. *Field Crops Research* 103: 25-35.
- Fahong, W., W. Xuqing and K. Sayre. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. *Field Crops Research* 87: 35-42.
- Fahong, W., L. Kong, K. Sayre, S. Li, J. Si, B. Feng and B. Zhang. 2011. Morphological and yield responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L) to raised bed planting in Northern China. *African Journal of Agricultural Research* 6: 2991-2998.
- Fang, Y., B. Cheng, N. Turner and F. Min. 2010. Grain yield, dry matter accumulation and remobilization, and root respiration in winter wheat as affected by seeding rate and root pruning. *European Journal of Agronomy* 33: 257-266.
- Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I grain yield responses. *Australian Journal Agriculture Research* 29: 897-912.
- French, R. and J. Schultz. 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean type Environment I. The Relation between yield, water and climate. *Australian Journal Agriculture Research* 35: 743-764.
- FUNDACIÓN CHILE. 2008. Estudio competitividad de la cadena de trigo candeal. 119p.
- García del Moral, M.B. and L.F. Garcia del Moral. 1995. Tiller production and survival in relation to grain yield in winter and spring barley. *Field Crops Research* 44: 85-93.
- Giunta, F., R. Motzo and M. Deidda. 1995. Effects of Drought on leaf area development, biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in Mediterranean environment. *Australian Journal Agriculture Research* 46: 99-111.
- Hiltburunner, J., B. Streit and M. Liedgens. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in living mulch of white clover?. *Field Crops Research* 102: 163-171.
- INE, Chile. 2011. Informe Anual 2010 Agropecuarias. 172p.
- INIA, Chile. 2004. Boletín Trigo Manejo y Tecnología N° 114. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. 184p.
- Kara, B. and M. Mujdeci. 2010. Influence of late-season nitrogen application on chlorophyll content and leaf area index in wheat. *Scientific Research and Essays* 5: 2299-2303.

Kruk, B. y E.H. Satorre. 2003. Densidad y arreglo espacial del cultivo. pp 277-316 *In*: Pascale, A. Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 783p.

Moreno, O.H., J.M. Salazar y S.J. Mendoza. 1980. La siembra de trigo en surcos. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuarias. Centro de investigación Regional del Noreste Campo Experimental Valle del Yaqui. Obregón, Sonora, México. 35: 3-21.

Moreno, O.H., J.M. Salazar, L.M. Tamayo y J.L. Martinez. 1993. Tecnología para la producción de trigo en surcos. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuarias. Centro de investigación Regional del Noreste Campo Experimental Valle del Yaqui. Obregón, Sonora, México. 22: 3-25.

Novoa, R., S. Villaseca, P. del Canto, J. Rouanet, C. Sierra y del Pozo, A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuaria, area agroecológica. Ministerio de Agricultura. Santiago. 221p.

Otteson, B.N., M. Mergoum, J.K. Ransom and B Schatz. 2008. Tiller contribution to spring wheat yield under varying seeding and nitrogen management. *Agronomy Journal* 100: 406-413.

Passioura, J.B. 2002. Environmental biology and crop improvement. *Functional Plant Biology* 29: 537-546.

Photiades, I. And A. Hadjichristodoulou. 2003. Sowing date, sowing depth, seed rate and row spacing of wheat and barley under dryland conditions. *Field Crops Research* 9: 151-162.

Pourrat, S. 1992. Efecto de la fertilización nitrogenada y dosis de semilla en cultivares de trigo candeal (*Triticum turgidum* var. *Durum*). Memoria de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 84p.

Rharrabti, Y., D. Villegas, C. Royo, V. Martos-Nuñez and L.F. Garcia del Moral. 2002. Durum wheat quality in Mediterranean environments II. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters. *Field Crops Research* 80: 133-140.

Román, L.F. 2009. Determinación de coeficientes genéticos en trigo candeal variedades Llaretta-INIA y Corcolén-INIA en condiciones optimas. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención en Producción de Cultivos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 63p.

Royo, C., M. Abraza, R. Blanco and L.F. García del Moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 1051-1059.

- Royo, C., N. Aparicio, R. Blanco and D. Villegas. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 20:419-430.
- Sandrini-Neto, L., L. Hostin, P. Lana y F. Pellizari. 2007. Un nuevo método de análisis digital para la determinación de los niveles de consumo foliar. *Investigación Marinas de Valparaíso* 35:111-116.
- Sayre, K.D. and O.H Moreno. 1997. Applications of Raised-Bed Planting Systems of wheat. *Wheat Special Report N° 31*. Mexico, D.F. CYMMYT. 31p.
- Schillinger, W.F. 2005. Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat. *Crop Science* 45: 2636-2643.
- Silva, P., E. Acevedo y J.P. Rouanet. 2003. Zonas agroecológicas de producción agrícola. pp 3 - 12 In: Pascale, Rotaciones de Cultivos y sus Beneficios para la Agricultura del Sur. Fundación Chile. Santiago, Chile 91 p.
- Simane, B., J.M. Peacock and P.C. Struik. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought-resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*). *Plant Soil* 157: 155-166.
- Turner, N.H., P. Prasertsak and T.L. Setter. 1994. Plant spacing, density and yield of wheat subjected to postanthesis water deficit. *Crop Science* 34: 741-748.
- Van Herwaarden, A.F., G.D. Farquhar, J.F. Angus, R.A. Richards and G.N. Howe. 1998. 'Haying-off', the negative grain yield response of dryland wheat to nitrogen fertiliser. I. Biomass, grain yield, and water use. *Australian Journal of Agricultural Research* 49 (7): 1067-1082.
- Vera, R.A. 2012. Efecto de la dosis de siembra sobre el rendimiento y la calidad de trigo candeal (*Triticum turgidum* Desf. *Durum*) variedad Llareta INIA, en condiciones de secano mediterráneo. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 23p.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang and C.F. Konzak. 1974. A decima code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.
- Zhang, H. and T. Oweis. 1999. Water-yield and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management* 38 195-211.
- Zhang, J., J. Sun, A. Duan, J. Wang, X. Shen and X. Liu. 2007. Effects of different planting patterns on water use and yield performance of winter wheat in the Huang-Huai-Hai plain of China. *Agricultural Water Management* 92: 41-47.

APÉNDICE 1

1. Análisis combinado de varianza de la biomasa, rendimiento e índice de cosecha.

Biomasa, rendimiento e índice de cosecha en plano y camellón.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Biomasa (Kg ha ⁻¹)	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	IC
Camellón	Llaretá INIA	30	5.615	663	0,12
	Llaretá INIA	100	5.673	357	0,06
	Llaretá INIA	200	5.417	448	0,09
	Corcolén INIA	30	4.738	430	0,09
	Corcolén INIA	100	5.649	737	0,13
	Corcolén INIA	200	5.628	443	0,08
Plano	Llaretá INIA	30	5.487	912	0,17
	Llaretá INIA	100	7.040	855	0,13
	Llaretá INIA	200	6.267	776	0,12
	Corcolén INIA	30	5.187	576	0,13
	Corcolén INIA	100	6.541	798	0,12
	Corcolén INIA	200	7.632	1.248	0,16

Análisis combinado de varianza

Variedad (V)	Ns	ns	ns
Dosis de semilla (DS)	**	ns	ns
Sistema de labranza (SL)	**	**	*
V*DS	Ns	ns	ns
V*SL	Ns	ns	ns
DS*SL	Ns	ns	ns
V*SL*DS	Ns	ns	ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

IC: Índice de cosecha.

2. Análisis combinado de varianza de los granos por área y peso de los mil granos.

Peso seco de los 1000 granos y número de granos en plano y camellón.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Granos m ⁻²	PMG (g)
Camellón	Llaretá INIA	30	1.859	36,53
	Llaretá INIA	100	1.199	28,15
	Llaretá INIA	200	1.530	29,42
	Corcolén INIA	30	1.346	31,51
	Corcolén INIA	100	2.370	33,14
	Corcolén INIA	200	1.321	30,28
Plano	Llaretá INIA	30	2.559	31,22
	Llaretá INIA	100	2.698	30,89
	Llaretá INIA	200	2.209	34,43
	Corcolén INIA	30	1.806	30,88
	Corcolén INIA	100	2.332	33,39
	Corcolén INIA	200	3.458	36,05
Análisis combinado de varianza				
Variedad (V)			ns	Ns
Dosis de semilla (DS)			ns	Ns
Sistema de labranza (SL)			**	Ns
V*DS			ns	Ns
V*SL			ns	Ns
DS*SL			ns	Ns
V*SL*DS			ns	Ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

PMG: Peso de los mil granos.

3 Análisis combinado de varianza de espigas por área y granos por espiga.

Espigas por área y número de granos por espiga en plano y camellón.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Espigas m ⁻²	Granos espiga ⁻¹
Camellón	Llaretá INIA	30	231	8
	Llaretá INIA	100	325	4
	Llaretá INIA	200	338	5
	Corcolén INIA	30	208	7
	Corcolén INIA	100	291	8
	Corcolén INIA	200	312	4
Plano	Llaretá INIA	30	267	10
	Llaretá INIA	100	396	7
	Llaretá INIA	200	352	6
	Corcolén INIA	30	219	9
	Corcolén INIA	100	359	6
	Corcolén INIA	200	391	9

Análisis combinado de varianza

Variedad (V)	Ns	ns
Dosis de semilla (DS)	**	ns
Sistema de labranza (SL)	**	ns
V*DS	Ns	ns
V*SL	Ns	ns
DS*SL	Ns	ns
V*SL*DS	Ns	ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

G: Granos E: Espigas.

4. Análisis combinado de varianza del establecimiento por área y lineal.

Establecimiento, número máximo de macollos por planta y macollos fértiles por planta en plano y camellón.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Establecimiento (pl m ⁻²)	Establecimiento (pl m ⁻¹)
Camellón	Llaretá INIA	30	53	20
	Llaretá INIA	100	127	48
	Llaretá INIA	200	175	66
	Corcolén INIA	30	56	21
	Corcolén INIA	100	140	53
	Corcolén INIA	200	206	77
Plano	Llaretá INIA	30	50	10
	Llaretá INIA	100	193	39
	Llaretá INIA	200	288	58
	Corcolén INIA	30	53	11
	Corcolén INIA	100	168	34
	Corcolén INIA	200	273	55
Análisis combinado de varianza				
Variedad (V)			Ns	ns
Dosis de semilla (DS)			**	**
Sistema de labranza (SL)			**	**
V*DS			Ns	ns
V*SL			Ns	ns
DS*SL			**	ns
V*SL*DS			Ns	ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

5. Análisis combinado de varianza del macollaje y macollos fértiles.

Establecimiento, número máximo de macollos por planta y macollos fértiles por planta en plano y camellón.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Nº máximo de macollos por planta	Nº macollos fértiles por planta
Camellón	Llaretá INIA	30	9	3,3
	Llaretá INIA	100	6	1,6
	Llaretá INIA	200	4	1,1
	Corcolén INIA	30	8	2,8
	Corcolén INIA	100	5	1,1
	Corcolén INIA	200	4	0,5
Plano	Llaretá INIA	30	10	4,3
	Llaretá INIA	100	7	1,1
	Llaretá INIA	200	4	0,2
	Corcolén INIA	30	12	3,1
	Corcolén INIA	100	6	1,3
	Corcolén INIA	200	4	0,4
Análisis combinado de varianza				
Variedad (V)			ns	*
Dosis de semilla (DS)			**	**
Sistema de labranza (SL)			*	ns
V*DS			ns	ns
V*SL			ns	ns
DS*SL			ns	ns
V*SL*DS			ns	ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

6. Análisis combinado de varianza del PAR en inicio del macollaje, primer nudo, entre primer nudo y espigadura y en espigadura.

PAR interceptado en plano y camellón en inicio del macollaje, primer nudo, entre primer nudo y espigadura y espigadura.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de Semilla (Kg ha ⁻¹)	PARi (%)			
			IM	PN	PN-E	E
Camellón	Llaretá INIA	30	8,2	70,3	86,1	59,1
	Llaretá INIA	100	11,1	77,4	90,0	74,1
	Llaretá INIA	200	13,1	86,7	89,7	78,4
	Corcolén INIA	30	8,8	63,1	81,0	72,9
	Corcolén INIA	100	6,9	78,8	86,9	73,5
	Corcolén INIA	200	9,3	81,5	91,7	76,6
Plano	Llaretá INIA	30	2,7	81,1	85,4	84,6
	Llaretá INIA	100	6,5	90,3	91,9	89,8
	Llaretá INIA	200	10,4	93,8	94,1	90,6
	Corcolén INIA	30	5,4	75,3	83,4	81,7
	Corcolén INIA	100	4,9	89,0	91,2	88,0
	Corcolén INIA	200	7,1	90,7	92,7	90,0
Análisis combinado de varianza						
Variedad (V)			ns	*	ns	ns
Dosis de semilla (DS)			**	**	**	ns
Sistema de labranza (SL)			**	**	ns	**
V*DS			**	Ns	ns	ns
V*SL			ns	Ns	ns	ns
DS*SL			ns	Ns	ns	ns
V*SL*DS			ns	Ns	ns	ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

IM: Inicio de macollo PN: Primer nudo; PN-E: Entre primer nudo y espigadura; E: Espigadura.

7. Análisis combinado de varianza del IAF en inicio del macollaje, primer nudo y en espigadura.

IAF en plano y camellón en inicio del macollaje, primer nudo y espigadura.					
Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	IAF		
			IM	PN	E
Camellón	Llaretá INIA	30	0,03	0,96	0,55
	Llaretá INIA	100	0,06	1,99	0,78
	Llaretá INIA	200	0,09	1,87	0,52
	Corcolén INIA	30	0,02	0,94	0,51
	Corcolén INIA	100	0,05	1,69	0,79
	Corcolén INIA	200	0,10	1,96	0,63
Plano	Llaretá INIA	30	0,02	1,31	0,43
	Llaretá INIA	100	0,10	3,91	1,15
	Llaretá INIA	200	0,11	2,58	1,18
	Corcolén INIA	30	0,02	1,57	0,46
	Corcolén INIA	100	0,08	2,33	0,91
	Corcolén INIA	200	0,09	2,26	1,09
Análisis combinado de varianza					
Variedad (V)			ns	ns	ns
Dosis de semilla (DS)			**	**	**
Sistema de labranza (SL)			ns	**	*
V*DS			ns	ns	ns
V*SL			ns	ns	ns
DS*SL			ns	ns	*
V*SL*DS			ns	ns	ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

IM: Inicio de macollo PN: Primer nudo; PN-E: Entre primer nudo y espigadura; E: Espigadura.

8. Análisis combinado de varianza de espiguillas por espiga.

Espiguillas por espiga en plano y camellón.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Espiguillas Espigas ⁻¹
Camellón	Llaretá INIA	30	17,4
	Llaretá INIA	100	17,2
	Llaretá INIA	200	16,0
	Corcolén INIA	30	19,3
	Corcolén INIA	100	17,7
	Corcolén INIA	200	16,6
Plano	Llaretá INIA	30	18,6
	Llaretá INIA	100	17,7
	Llaretá INIA	200	16,3
	Corcolén INIA	30	19,2
	Corcolén INIA	100	17,6
	Corcolén INIA	200	16,5
Análisis combinado de varianza			
Variedad (V)			*
Dosis de semilla (DS)			**
Sistema de labranza (SL)			ns
V*DS			ns
V*SL			ns
DS*SL			ns
V*SL*DS			ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

9. Análisis combinado de varianza de altura de planta.

Altura por planta en plano y Camellón.

Sistema de labranza	Variedad	Dosis de semilla (Kg ha ⁻¹)	Altura de planta (cm)
Camellón	Llaretá INIA	30	57,1
	Llaretá INIA	100	60,7
	Llaretá INIA	200	57,9
	Corcolén INIA	30	59,1
	Corcolén INIA	100	57,8
	Corcolén INIA	200	59,8
Plano	Llaretá INIA	30	57,9
	Llaretá INIA	100	59,6
	Llaretá INIA	200	62,9
	Corcolén INIA	30	55,8
	Corcolén INIA	100	59,4
	Corcolén INIA	200	60,1
Análisis combinado de varianza			
Variedad (V)			ns
Dosis de semilla (DS)			*
Sistema de labranza (SL)			ns
V*DS			ns
V*SL			ns
DS*SL			ns
V*SL*DS			ns

ns: Sin diferencia significativa. *: Significancia de 0,05 de probabilidad; **: Significancia de 0,01 de probabilidad.

APENDICE 2

1. Suma de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios y p-valor de cada fuente de variación en el ANDEVA del rendimiento y sus componentes.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa (Kg ha⁻¹)	48	0,56	0,38	15,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35366886,98	14	2526206,21	3,03	0,0044
Sistema Labranza (SL)	9839018,12	1	9839018,12	11,8	0,0016
Variedad (V)	5195,42	1	5195,42	0,01	0,9376
Dosis de Semilla (V)	10125236,16	2	5062618,08	6,07	0,0057
Bloque	5854247,01	3	1951415,67	2,34	0,0912
V*SL	525975,13	1	525975,13	0,63	0,4327
DS*SL	3511850,2	2	1755925,1	2,11	0,1378
V*DS	4140817,01	2	2070408,5	2,48	0,0989
SL*V*DS	1364547,93	2	682273,96	0,82	0,4499
Error	27510709,88	33	833657,88		
Total	62877596,86	47			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (Kg ha⁻¹)	48	0,39	0,13	54,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2900649,79	14	207189,27	1,5	0,1662
Sistema Labranza (SL)	1450691,33	1	1450691,33	10,49	0,0027
Variedad (V)	16210,79	1	16210,79	0,12	0,7342
Dosis de Semilla (DS)	56022,86	2	28011,43	0,2	0,8176
Bloque	19593,92	3	6531,31	0,05	0,9861
SL*V	1314,93	1	1314,93	0,01	0,9229
SL*DS	300484,8	2	150242,4	1,09	0,3491
V*DS	628496,47	2	314248,23	2,27	0,1189
SL*V*DS	427834,7	2	213917,35	1,55	0,2279
Error	4563078,73	33	138275,11		
Total	7463728,52	47			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IC	48	0,3	0	53,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	14	0,0037	1	0,477
Sistema Labranza (SL)	0,02	1	0,02	5,59	0,0241
Variedad (V)	0,00021	1	0,00021	0,06	0,8145
Dosis de Semilla (DS)	0,003	2	0,0015	0,4	0,6758
Bloque	0,01	3	0,0022	0,6	0,6213
SL*V	0,00083	1	0,00083	0,22	0,6393
SL*DS	0,0026	2	0,0013	0,35	0,7053
V*DS	0,01	2	0,0046	1,23	0,3057
SL*V*DS	0,01	2	0,0044	1,18	0,3204
Error	0,12	33	0,0037		
Total	0,17	47			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos m⁻²	48	0,41	0,15	45,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20112764,22	14	1436626,02	1,61	0,1269
Sistema Labranza (SL)	9845040,57	1	9845040,57	11,06	0,0022
Variedad (V)	112070,51	1	112070,51	0,13	0,7249
Dosis de Semilla (DS)	655980,27	2	327990,14	0,37	0,6945
Bloque	178423,11	3	59474,37	0,07	0,9771
SL*V	33829,48	1	33829,48	0,04	0,8466
SL*DS	1555567,28	2	777783,64	0,87	0,4267
V*DS	3222888,5	2	1611444,25	1,81	0,1794
SL*V*DS,	4508964,5	2	2254482,25	2,53	0,0947
Error	29363003,38	33	889787,98		
Total	49475767,59	47			

Variable N R² R² Aj CV
PS 1000 48 0,19 0 20,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	317,05	14	22,65	0,54	0,8908
Sistema Labranza (SL)	20,44	1	20,44	0,49	0,4903
Variedad (V)	7,08	1	7,08	0,17	0,6839
Dosis de Semilla (DS)	14,05	2	7,02	0,17	0,8467
Bloque	22,92	3	7,64	0,18	0,9079
SL*V	2,9	1	2,9	0,07	0,7943
SL*DS	140	2	70	1,67	0,2043
V*DS	83,9	2	41,95	1	0,3791
SL*V*DS	25,78	2	12,89	0,31	0,7378
Error	1385,76	33	41,99		
Total	1702,82	47			

Variable N R² R² Aj CV
Espigas m² 48 0,7 0,57 16,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	195260,24	14	13947,16	5,4	<0,0001
Sistema Labranza (SL)	26025,64	1	26025,64	10,07	0,0032
Variedad (V)	5330,08	1	5330,08	2,06	0,1603
Dosis de Semilla (DS)	139789,4	2	69894,7	27,05	<0,0001
Bloque	10316,73	3	3438,91	1,33	0,2809
SL*V	470,94	1	470,94	0,18	0,6722
SL*DS	4205,35	2	2102,68	0,81	0,4518
V*DS	4681,08	2	2340,54	0,91	0,414
SL*V*DS	4441	2	2220,5	0,86	0,4326
Error	85255,5	33	2583,5		
Total	280515,74	47			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos espigas⁻¹	48	0,33	0,05	47,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	174,32	14	12,45	1,17	0,3444
Sistema Labranza (SL)	40,87	1	40,87	3,83	0,059
Variedad (V)	4,77	1	4,77	0,45	0,5087
Dosis de Semilla (DS)	51,39	2	25,7	2,41	0,1059
Bloque	9,92	3	3,31	0,31	0,8183
SL*V	1,12	1	1,12	0,1	0,7482
SL*DS	11,86	2	5,93	0,56	0,5793
V*DS	19,37	2	9,68	0,91	0,4137
SL*V*DS	35,03	2	17,51	1,64	0,2095
Error	352,48	33	10,68		
Total	526,8	47			

2. Suma de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios y p-valor de cada fuente de variación en el ANDEVA del establecimiento (por área y lineal), número máximo de macollos por planta y por área, macollos sobrevivientes (%) y macollos fértiles por planta.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Establecimiento(pl m⁻²)	48	0,93	0,9	18,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	313902,3	14	22421,59	30,91	<0,0001
Sistema Labranza (SL)	23990,49	1	23990,49	33,07	<0,0001
Variedad (V)	43,51	1	43,51	0,06	0,808
Dosis de Semilla (DS)	267239,72	2	133619,86	184,19	<0,0001
Bloque	1500,04	3	500,01	0,69	0,5651
SL*V	2356,2	1	2356,2	3,25	0,0807
SL*DS	17201,89	2	8600,94	11,86	0,0001
V*DS	374,76	2	187,38	0,26	0,7739
SL*V*DS	1195,68	2	597,84	0,82	0,4475
Error	23939,94	33	725,45		
Total	337842,23	47			

Variable N R² R² Aj CV
Establecimiento pl m⁻¹ 48 0,91 0,87 19,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21436,29	14	1531,16	24,33	<0,0001
Sistema Labranza (SL)	2069,81	1	2069,81	32,89	<0,0001
Variedad (V)	38,52	1	38,52	0,61	0,4396
Dosis de Semilla (DS)	18822,76	2	9411,38	149,54	<0,0001
Bloque	89,86	3	29,95	0,48	0,7012
SL*V	210	1	210	3,34	0,0768
SL*DS	58,51	2	29,25	0,46	0,6323
V*DS	41,75	2	20,88	0,33	0,7201
SL*V*DS	105,08	2	52,54	0,83	0,4429
Error	2076,85	33	62,93		
Total	23513,14	47			

Variable N R² R² Aj CV
Número máximo de macollos por planta 48 0,7 0,58 30,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	300,17	14	21,44	5,57	<0,0001
Sistema Labranza (SL)	21,33	1	21,33	5,54	0,0247
Variedad (V)	1,33	1	1,33	0,35	0,5603
Dosis de Semilla (DS)	245,38	2	122,69	31,86	<0,0001
Bloque	8,42	3	2,81	0,73	0,5423
SL*V	2,08	1	2,08	0,54	0,4672
SL*DS	14,54	2	7,27	1,89	0,1674
V*DS	1,29	2	0,65	0,17	0,8463
SL*V*DS	5,79	2	2,9	0,75	0,4793
Error	127,08	33	3,85		
Total	427,25	47			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número máximo de macollos por área	48	0,62	0,46	34,41
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3945273,16	14	281805,23	3,87	0,0007
Sistema Labranza (SL)	1259452,81	1	1259452,81	17,29	0,0002
Variedad (V)	39813,12	1	39813,12	0,55	0,4649
Dosis de Semilla (DS)	2010009,92	2	1005004,96	13,8	<0,0001
Bloque	110793,05	3	36931,02	0,51	0,6801
SL*V	64298,88	1	64298,88	0,88	0,3543
SL*DS	244274,95	2	122137,48	1,68	0,2025
V*DS	69477,14	2	34738,57	0,48	0,6249
SL*V*DS	147153,29	2	73576,64	1,01	0,3752
Error	2403688,9	33	72839,06		
Total	6348962,06	47			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos sobrevivientes (%)	48	0,61	0,45	44,05
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,64	14	0,05	3,75	0,0009
Sistema Labranza (SL)	0,03	1	0,03	2,69	0,1104
Variedad (V)	0,01	1	0,01	1,03	0,3173
Dosis de Semilla (DS)	0,42	2	0,21	17,04	<0,0001
Bloque	0,05	3	0,02	1,32	0,2851
SL*V	0,01	1	0,01	0,98	0,3297
SL*DS	0,02	2	0,01	0,9	0,4175
V*DS	0,03	2	0,01	1,17	0,3219
SL*V*DS	0,07	2	0,03	2,78	0,0763
Error	0,41	33	0,01		
Total	1,05	47			

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Macollos Fértiles pl⁻¹	48	0,85	0,79	36,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,25	14	5,52	13,38	<0,0001
Sistema de labranza (SL)	0,00053	1	0,00053	0,0013	0,9715
Variedad (V)	1,87	1	1,87	4,54	0,0407
Dosis de Semilla (DS)	68,71	2	34,36	83,29	<0,0001
Bloque	1,22	3	0,41	0,98	0,4128
SL*V	0,2	1	0,2	0,47	0,4964
SL*DS	2,67	2	1,34	3,24	0,0519
V*DS	1,48	2	0,74	1,79	0,1825
SL*V*DS	1,1	2	0,55	1,34	0,2764
Error	13,61	33	0,41		
Total	90,87	47			

3 Suma de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios y p-valor de cada fuente de variación en el ANDEVA del % de PARi en inicio de macollo, primer nudo, entre primer nudo y espigadura y espigadura.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
% PAR inicio de macollo	48	0,58	0,41	35,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	14	0,0026	3,3	0,0024
Sistema Labranza (SL)	0,01	1	0,01	17,17	0,0002
Variedad (V)	0,0027	1	0,0027	3,48	0,0712
Dosis de Semilla (DS)	0,01	2	0,01	7,09	0,0027
Bloque	0,0013	3	0,00042	0,54	0,6559
SL*V	0,00083	1	0,00083	1,07	0,3078
SL*DS	0,001	2	0,00051	0,65	0,5264
V*DS	0,01	2	0,0027	3,51	0,0416
SL*V*DS	0,00022	2	0,00011	0,14	0,8703
Error	0,03	33	0,00078		
Total	0,06	47			

Variable:	N	R ²	R ² Aj	CV
% PARI en primer nudo	48	0,82	0,74	6,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,38	14	0,03	10,43	<0,0001
Sistema Labranza (SL)	0,13	1	0,13	50,4	<0,0001
Variedad (V)	0,02	1	0,02	5,96	0,0201
Dosis de Semilla (DS)	0,21	2	0,1	40,59	<0,0001
Bloque	0,01	3	0,003	1,15	0,3441
SL*V	0	1	0	0	>0,9999
SL*DS	0,0032	2	0,0016	0,61	0,5491
V*DS	0,01	2	0,0042	1,61	0,2157
SL*V*DS	0,0017	2	0,00083	0,32	0,7271
Error	0,09	33	0,0026		
Total	0,46	47			

Variable:	N	R ²	R ² Aj	CV
% PARI entre 1 nudo y espigadura	48	0,65	0,5	4,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,1	14	0,01	4,33	0,0003
Sistema Labranza (SL)	0,01	1	0,01	3,48	0,0709
Variedad (V)	0,0035	1	0,0035	2,08	0,1582
Dosis de Semilla (DS)	0,05	2	0,03	16,2	<0,0001
Bloque	0,03	3	0,01	6,35	0,0016
SL*V	0,00017	1	0,00017	0,1	0,7533
SL*DS	0,00095	2	0,00048	0,28	0,7546
V*DS	0,0028	2	0,0014	0,84	0,4399
SL*V*DS	0,0021	2	0,0011	0,64	0,5357
Error	0,06	33	0,0017		
Total	0,16	47			

Variable:	N	R ²	R ² Aj	CV
% PARI en espigadura	48	0,51	0,31	13,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,42	14	0,03	2,49	0,0157
Sistema Labranza (SL)	0,27	1	0,27	22,5	<0,0001
Variedad (V)	0,0013	1	0,0013	0,11	0,7446
Dosis de Semilla (DS)	0,08	2	0,04	3,11	0,0577
Bloque	0,03	3	0,01	0,75	0,5275
SL*V	0,01	1	0,01	0,78	0,385
SL*DS	0,0041	2	0,002	0,17	0,8461
V*DS	0,01	2	0,01	0,55	0,5814
SL*V*DS	0,02	2	0,01	0,75	0,4797
Error	0,4	33	0,01		
Total	0,82	47			

4. Suma de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios y p-valor de cada fuente de variación en el ANDEVA del % de IAF en inicio de macollo, primer nudo y espigadura.

Variable:	N	R ²	R ² Aj	CV
IAF en inicio de macollo	48	0,76	0,65	36,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	14	0,0041	7,34	<0,0001
Sistema Labranza (SL)	0,001	1	0,001	1,81	0,1883
Variedad (V)	0,00067	1	0,00067	1,21	0,2796
Dosis de Semilla (DS)	0,05	2	0,03	45,13	<0,0001
Bloque	0,00082	3	0,00027	0,49	0,6934
SL*V	0,00013	1	0,00013	0,24	0,6284
SL*DS	0,0033	2	0,0017	2,96	0,0658
V*DS	0,00046	2	0,00023	0,41	0,6644
SL*V*DS	0,00055	2	0,00028	0,5	0,6134
Error	0,02	33	0,00056		
Total	0,08	47			

Variable:	N	R ²	R ² Aj	CV
IAF en primer nudo	48	0,58	0,4	41,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29,79	14	2,13	3,21	0,0029
Sistema Labranza (SL)	6,88	1	6,88	10,38	0,0029
Variedad (V)	1,14	1	1,14	1,73	0,198
Dosis de Semilla (DS)	14,3	2	7,15	10,79	0,0002
Bloque	1,43	3	0,48	0,72	0,5479
SL*V	0,65	1	0,65	0,98	0,3289
SL*DS	1,67	2	0,84	1,26	0,2964
V*DS	2,49	2	1,24	1,88	0,1693
SL*V*DS	1,22	2	0,61	0,92	0,4078
Error	21,87	33	0,66		
Total	51,66	47			

Variable:	N	R ²	R ² Aj	CV
IAF en espigadura	48	0,54	0,35	42,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4	14	0,29	2,81	0,0073
Sistema Labranza (SL)	0,72	1	0,72	7,07	0,012
Variedad (V)	0,02	1	0,02	0,15	0,7028
Dosis de Semilla (DS)	1,65	2	0,82	8,12	0,0014
Bloque	0,64	3	0,21	2,1	0,1197
SL*V	0,05	1	0,05	0,48	0,4932
SL*DS	0,84	2	0,42	4,14	0,0248
V*DS	0,04	2	0,02	0,18	0,8392
SL*V*DS	0,05	2	0,03	0,26	0,7735
Error	3,35	33	0,1		
Total	7,35	47			

5. Suma de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios y p-valor de cada fuente de variación en el ANDEVA de las espiguillas por espiga y altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Espiguillas espiga¹	48	0,75	0,64	4,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61,61	14	4,4	6,89	<0,0001
Sistema Labranza (SL)	1,02	1	1,02	1,6	0,2151
Variedad (V)	4,08	1	4,08	6,39	0,0164
Dosis de Semilla (DS)	42,12	2	21,06	32,96	<0,0001
Bloque	9,21	3	3,07	4,81	0,0069
SL*V	1,69	1	1,69	2,64	0,1136
SL*DS	0,42	2	0,21	0,33	0,722
V*DS	2,6	2	1,3	2,03	0,1473
SL*V*DS	0,47	2	0,24	0,37	0,693
Error	21,08	33	0,64		
Total	82,7	47			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta (cm)	48	0,66	0,52	4,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	428,67	14	30,62	4,63	0,0001
Sistema Labranza (SL)	3,69	1	3,69	0,56	0,4606
Variedad (V)	5,27	1	5,27	0,8	0,3786
Dosis de Semilla (DS)	62,08	2	31,04	4,69	0,0161
Bloque	274,85	3	91,62	13,86	<0,0001
SL*V	12,71	1	12,71	1,92	0,1749
SL*DS	31,96	2	15,98	2,42	0,1048
V*DS	4,73	2	2,36	0,36	0,7021
SL*V*DS	33,39	2	16,7	2,53	0,0954
Error	218,18	33	6,61		
Total	646,85	47			