

**Universidad Nacional de Río Cuarto**  
**Facultad de Agronomía y Veterinaria**  
**Secretaría Académica**

**RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN EN DISTINTOS CULTIVARES  
DE TRIGO CICLO LARGO BAJO RIEGO Y EN SECANO**

**PROYECTO DE TRABAJO FINAL**  
Para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Autor: Andrés Martín Nicola

**Director: Ing. Agrónomo Carlos A. Castillo**

**Río Cuarto – Córdoba – Argentina**

**2007**

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Respuesta a la fertilización en distintos cultivares de trigo ciclo largo bajo riego y en secano.

Autor: Andrés Martín Nicola

DNI: 28.082.302

Director: Carlos A. Castillo

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado

Evaluador:

(Nombres)

---

---

---

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Secretario Académico

## **Agradecimientos**

Principalmente a mis padres por su apoyo durante la carrera.

Al director de tesis por guiarme en la confección de la misma.

A docentes y no docentes que intervinieron en mi formación como profesional.

A toda mi familia, compañeros y amigos por el apoyo brindado a lo largo de la carrera.

Especialmente a mi señora por el tiempo y apoyo brindado en la carrera.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Resumen.....	I
Summary.....	II
Respuesta a la fertilización en distintos cultivares de trigo ciclo largo bajo riego y en secano.....	1
Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Hipótesis.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Materiales y métodos.....	6
Resultados y discusiones.....	9
Determinación de Biomasa.....	9
Macollaje.....	10
Encañazón.....	10
Grano Lechoso.....	12
Madurez de Cosecha.....	19
Determinación de Rendimiento y Componentes.....	26
Número de granos m <sup>-2</sup> .....	27
Peso de 1000 granos.....	30
Rendimiento.....	34
Conclusiones.....	40
Bibliografía.....	41

## INDICE DE TABLAS Y GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Materia seca de la biomasa aérea en distintos estadios fenológicos.....	9
Tabla 2: Contraste ortogonal. Riego*fertilización. Materia seca de biomasa aérea, en kg ha <sup>-1</sup> , en la fase de encañazón.....	11
Tabla 3: Contraste ortogonal. Riego*fertilización. Materia seca de biomasa aérea, en kg ha <sup>-1</sup> , en la fase de encañazón.....	11
Tabla 4: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Puntal, con y sin riego.....	13
Tabla 5: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Escorpión, con y sin riego.....	13
Tabla 6: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Baguette 10, con y sin riego.....	13
Tabla 7: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Guapo, con y sin riego.....	14
Tabla 8: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Arriero, con y sin riego.....	14
Tabla 9: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Molinero, con y sin riego.....	15
Tabla 10: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.....	16
Tabla 11: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.....	16
Tabla 12: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.....	17
Tabla 13: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.....	17
Tabla 14: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.....	17
Tabla 15: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en grano lechoso del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.....	18

Tabla 16: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Puntal, con y sin riego.....	19
Tabla 17: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Escorpión, con y sin riego.....	20
Tabla 18: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Baguette 10, con y sin riego.....	20
Tabla 19: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Guapo, con y sin riego.....	20
Tabla 20: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Arriero, con y sin riego.....	21
Tabla 21: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Molinero, con y sin riego.....	21
Tabla 22: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.....	22
Tabla 23: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.....	23
Tabla 24: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.....	23
Tabla 25: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.....	24
Tabla 26: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.....	24
Tabla 27: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> ) en madurez de cosecha del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.....	24
Tabla 28: N° Granos m <sup>-2</sup> , peso de 1000 semillas y rendimiento para los diferentes tratamientos.....	26
Tabla 29: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. N° granos m <sup>-2</sup> del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.....	27
Tabla 30: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. N° granos m <sup>-2</sup> del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.....	28
Tabla 31: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. N° granos m <sup>-2</sup> del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.....	28
Tabla 32: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. N° granos m <sup>-2</sup> del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.....	29

Tabla 33: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Nº granos m <sup>-2</sup> del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.....	29
Tabla 34: Contraste Ortogonal .Fertilización*Variedad. Nº granos m <sup>-2</sup> del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.....	29
Tabla 35: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.....	31
Tabla 36: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.....	31
Tabla 37: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizantes.....	32
Tabla 38: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.....	32
Tabla 39: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.....	33
Tabla 40: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.....	33
Tabla 47: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.....	35
Tabla 48: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.....	35
Tabla 49: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.....	36
Tabla 50: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.....	36
Tabla 51: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.....	37
Tabla 52: Contraste Ortogonal. Fertilización*Variedad. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.....	37
Cuadro 1: Resultados de análisis de suelo al momento de la siembra.....	6
Gráfico 1: Precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas que ocurrieron en el cultivo.....	8
Gráfico 2: Contraste ortogonal. Riego*Fertilización. Materia Seca en Encañazón (kg ha <sup>-1</sup> ) para los diferentes tratamientos.....	12
Gráfico 3: Contraste ortogonal. Riego*Variedad. Materia Seca en Grano Lechoso (kg ha <sup>-1</sup> ).....	15
Gráfico 4: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia Seca en Grano Lechoso (kg ha <sup>-1</sup> ).....	18
Gráfico 5: Contraste ortogonal. Riego por Variedad. Materia Seca en Madurez de Cosecha (kg ha <sup>-1</sup> ).....	22
Gráfico 6: Contraste ortogonal. Fertilización*Variedad. Materia Seca en Madurez de Cosecha (kg ha <sup>-1</sup> ).....	25
Gráfico 7: Fertilización*Variedad. Nº granos m <sup>-2</sup> de todos los cultivares, con y sin fertilización.....	30

Gráfico 8: Fertilización por Variedad. Peso de 1000 semillas de todos los cultivares, con y sin Fertilización.....	3
Gráfico 9: Fertilización por Variedad. Rendimiento en granos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	38
Gráfico 10: Rendimiento de los cultivares en los distintos tratamientos.....	39

## RESUMEN

### RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN EN DISTINTOS CULTIVARES DE TRIGO CICLO LARGO BAJO RIEGO Y EN SECANO

El ensayo se realizó en la campaña 2002, en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina (33° 07' Latitud Sur, 64° 14' Longitud Oeste, 421 m.s.n.m.), el cual presentó como objetivo evaluar la respuesta en biomasa y rendimiento en grano de cultivares de trigo de ciclo largo a la fertilización, bajo condiciones de riego y secano. El ensayo tuvo un diseño en bloques, con un arreglo espacial en parcelas sub-subdivididas de 4.90 m. de ancho por 20 m. de largo, con tres repeticiones. El tratamiento con y sin riego se tomó como factor principal, a los tratamientos con y sin fertilizante como factor secundario y a los diferentes cultivares de trigo como factor terciario. Se evaluó la producción de biomasa aérea total en las etapas fenológicas de macollaje, encañazón, grano lechoso y madurez fisiológica en las cuales se extrajeron muestras de cada parcela para luego ser secadas en estufas a 105°C hasta alcanzar peso constante. A cosecha se analizaron los componentes del rendimiento final en granos. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante análisis de la varianza y se utilizó el test de LSD Fisher Alfa al 5 % para determinar diferencias significativas entre medias. Los resultados indican que el estado de encañazón solamente presentó interacción significativa para riego por fertilización y los estados de grano lechoso y madurez fisiológica presentaron interacción significativa para riego por variedad y fertilización por variedad. Rendimiento y componentes presentaron interacción significativa solamente para fertilización por variedad. Las variedades que mejor se comportaron fueron, Guapo, Escorpión y Arriero entre los de mayor rendimiento en granos en todos los tratamientos. El cultivar Baguette 10 fue el más atacado por enfermedades foliares (Roya de la hoja y Mancha amarilla). La ocurrencia de precipitaciones sólidas ocasionaron en el cv. Puntal una mayor pérdida de granos debido su estado avanzado de madurez con relación al resto de los cultivares, a pesar de que tuvo una buena producción de biomasa, lo cual no se vio reflejado en el rendimiento en Kg de grano ha<sup>-1</sup>.

Palabras claves: *trigo, cultivares, riego, fertilización*

## SUMMARY

The test was done in the 2002 season, at the Rio Cuarto University experimental field, Córdoba Argentina ( 33°07' Latitude South, 64°14' Longitude West, 421 m.s.n.m), with the aim to evaluate the response in biomass and yielding in long term wheat grains to fertilization, under rescue conditions and dry land. The test was designed in blocks, with a space distribution of sub-divided lots of 4.90 metres wide by 20 metres long, with 3 repetitions. The treatment with and without irrigation was taken as a main factor, the treatment with and without fertilizers as secondary factor and different kinds of wheat as tertiary factor.

The total air of biomass production was evaluated in the phenologies stages of tillering, ítem extensión, milk ripe and physiological maturity on which samples of each lots have been extracted to be dried on stoves at 105° until constant weight is got. Final crop yielding was analysed at harvesting.

Results were statistically analysed trough variance studies and LSD Fisher Alfa at 5% was used to determine significantly between averages (average, no media). Results indicate that for encañazon's stage, it only showed significant interaction for irrigation and for the milky stage grain and physiological maturity significant interaction for irrigation by varieties and fertilization by variety.

It only shown significant interaction for fertilization by variety for yielding and components.

The best performance were given by Guapo, Escorpion and Arriero ( best yielding in all grain treatment).

The most affected seed was Baguette 10 by Roya de hoja and Mancha Amarilla.

Heavy rains caused Puntal to lose more grain, because of its advanced maturity stage with relation to the other varieties despite having an excellent production of biomass production which was not reflected in the yield in Kg of grain ha<sup>-1</sup>.

Keywords: *wheat ,cultivars, irrigation, fertilization*



# RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN EN DISTINTOS CULTIVARES DE TRIGO CICLO LARGO BAJO RIEGO Y EN SECANO

## INTRODUCCIÓN

El trigo, el arroz y el maíz constituyen los tres granos básicos de la alimentación de la humanidad. (Brugnoni *et al.*, 1981)

El trigo es una de las primeras plantas domesticadas por el hombre. Su cultivo comenzó con certeza al menos en el 7.500 A.C. (Langer y Hill, 1987)

Aproximadamente el 37% de la población cuenta con él como su principal cereal, aporta alrededor del 20% de las calorías consumidas por el hombre y su producción mundial ha ascendido por encima de los 400 millones de toneladas, más de un tercio del volumen total de cereales producido. (Langer y Hill, 1987)

En casi todos los países de clima templado o templado frío se cultiva al trigo. A través de la significación de su producción se destacan China, Estados Unidos, Argentina, Unión Europea y Australia y en cuanto a exportaciones Canadá, Argentina, Unión Europea y Estados Unidos. (Ingaramo, 2000)

En nuestro país se siembra en otoño-invierno, utilizándose variedades de hábito primaveral. El ciclo del mismo oscila entre 130 y 210 días, según variedad y época de siembra.

La región triguera nacional propiamente dicha se extiende, aproximadamente, 1.000 km. de norte a sur (31° lat N - 40° lat S) y 600 km. de este a oeste (57° long E - 65° long O). Esta extensa región está dividida en cinco subregiones ecológicas.

El área de influencia de la UNRC se encuentra emplazada dentro de la subregión V - Norte. El clima es poco favorable para el cultivo trigo, si bien el régimen pluviométrico anual oscila entre 700 y 800 milímetros, es normal que falten precipitaciones invierno- primaverales, época en que el cultivo cumple la mayor parte de su ciclo (siembra-espigazón) (Brugnoni *et al.*, 1981), abarcando también al período crítico del cultivo (20 días antes a 7 días después de la floración), ya que el mismo se da entre mediados de septiembre y mediados de octubre, mientras que el período de mayores precipitaciones comienza en la tercer decádica de octubre (Seiler *et al.*, 1995).

En varias regiones trigueras de la República Argentina se obtienen rendimientos muy superiores a los logrados en la región aledaña a la Universidad Nacional de Río Cuarto. Existen varias referencias que tratan de explicar este menor rendimiento del cultivo; algunos autores plantean que deficiencias hídricas durante gran parte del crecimiento del mismo son la principal causa de un menor rendimiento. No obstante, la precipitación media durante el ciclo del cultivo de los últimos 20 años en la UNRC es de 200 mm, a los que debieren sumarse otros 100 mm. que pueden acumularse durante el período de barbecho. Con estos registros los rendimientos de trigo deberían superar los 3000 kg ha<sup>-1</sup>, siendo los rendimientos medios para la provincia de Córdoba, en la última década, de 1999,47 kg ha<sup>-1</sup> (SAGPyA, 2005) mientras que para el departamento de Río Cuarto los mismos fueron de 1854,54 kg ha<sup>-1</sup> (SAGyA, 2005).

En lo que respecta a los suelos, la mayor parte son franco limoso, a excepción del sector sur del departamento Río Cuarto, que presenta suelos arenosos. El nivel de fertilidad varía de acuerdo con el número de años de agricultura y con el manejo. (Brugnoni *et al.*, 1981)

Por otro lado, Darwich (2001) explica que los bajos rendimientos de casi todas las regiones trigueras del país se deben al escaso empleo de fertilizantes nitrogenados y fosfatados. Mientras que Gesumaría *et al.*, (1995) señalan que la respuesta a la fertilización en Río IV es dependiente de la disponibilidad hídrica del cultivo.

## ANTECEDENTES

El rendimiento en grano del cultivo de trigo se expresa como el producto entre el número de granos/m<sup>2</sup> y el peso medio de los mismos. El número de granos m<sup>-2</sup> se define alrededor de antesis y el peso del grano, durante el período de llenado. (Abbate *et al.*, 1994)

El trigo necesita, al igual que otras plantas, elevada cantidad de agua para crecer. Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con alrededor de 300 mm. de lluvia, siempre que la distribución de ésta sea escasa en invierno y abundante en primavera.

La mayor parte de ella la utiliza en el proceso transpiratorio. (Evans, 1983). El mayor consumo de agua se produce durante el período de emergencia de la hoja bandera y comienzo de llenado de grano (4-5 mm/día), en segundo lugar el mayor consumo de agua ocurre hacia el periodo de encañazón (2-3 mm/día). Por último, la menor demanda ocurre en la etapa de macollaje (1 mm/día), (Abbate, 1996).

Las prácticas de manejo del suelo y del cultivo modifican el aprovechamiento de los recursos disponibles para el crecimiento de las plantas. El consumo de agua es uno de los más afectados por las decisiones culturales y también es el condicionante principal del rendimiento. (Villar J. L., 2001)

En general, se puede afirmar que todas aquellas condiciones que favorecen el crecimiento vegetal contribuyen a aumentar la eficiencia en el uso del agua; reduciendo la cantidad necesaria de la misma para producir un kilogramo de materia seca. (Evans, 1983)

Las limitaciones hídricas reducen la intercepción de la radiación solar por una menor expansión y exposición de la superficie foliar (por enrulamiento) o por muerte de las hojas. Las reducciones tempranas de área foliar no producen caídas de rendimiento, si pasado el período de estrés el cultivo alcanza suficiente biomasa aérea como para interceptar la radiación disponible durante el período de crecimiento de las espigas. Por el contrario, si el cultivo no logra una biomasa aérea adecuada, el rendimiento se verá afectado, incluso aunque se haya restablecido la disponibilidad de agua. Una deficiencia hídrica también determina una menor eficiencia de conversión de radiación interceptada en materia seca, lo que contribuye a reducir el número de granos m<sup>-2</sup> cuando el estrés se produce durante el período de crecimiento de la espiga. (Abbate *et al.*, 1994)

La disponibilidad hídrica es un factor ambiental importante en la determinación del peso final de los granos, en este sentido, una baja disponibilidad de agua durante el período de llenado reduce el tiempo de acumulación de materia seca, con la consiguiente reducción del peso del grano. (Miralles y Slafer, 2001)

Las nuevas variedades de trigo poseen un potencial de rendimiento más elevado que las tradicionales, esto se pone de manifiesto cuando se les brinda buenas condiciones de cultivo, como ser suelos fértiles. Esta fertilidad no es siempre lograda en forma natural, razón por la cual hay que recurrir a la fertilización. (Brugnoni, 1981)

Numerosos autores coinciden en señalar que el número de granos m<sup>-2</sup> es el componente del rendimiento más afectado cuando el nitrógeno es limitante, solamente en situaciones con deficiencias severas se observan caídas en el peso de mil granos. Debe recordarse que la planta de trigo requiere nitrógeno durante

gran parte de su ciclo, pero la demanda aumenta a partir de comienzos de encañado y se hace máxima desde mediados de encañazón, hasta algunos días después de la espigazón. En el momento de antesis el cultivo ya absorbió aproximadamente el 75% de sus necesidades.(Abbate *et al.*, 1994).

García (2005) indica que el cultivo de trigo deberá disponer aproximadamente de 30 kilogramos de nitrógeno (N) y de 5 kilogramos de fósforo (P) por cada tonelada de grano cosechado.

Los componentes del rendimiento se afectan no sólo por el agregado de fertilizante sino también por la oportunidad de aplicación o bien, como contrapartida, por la escasez de nitrógeno en estadíos críticos. En general se sugiere que el aporte de nitrógeno desde el comienzo del ciclo hasta el estado de encañado en tercer nudo actúa sobre el rendimiento. A partir de allí, y hasta comienzos de llenado de grano, una mayor proporción del nutriente se destina a modificar el porcentaje de proteína y la consiguiente calidad industrial de la harina

Una deficiencia al final del macollaje implica una reducción en el número de macollos fértiles, reduciendo de esta manera el número de espigas por unidad de superficie. Durante la encañazón, una menor oferta de nitrógeno repercutirá fundamentalmente sobre la tasa de crecimiento del cultivo en el período crítico previo a floración. En esta etapa la competencia por asimilados entre órganos vegetativos y reproductivos determina la supervivencia floral y ésta última determina a su vez el número de granos. En floración, la deficiencia de nitrógeno reduce el cuaje de los mismos. El proceso dominante durante el llenado de granos es la removilización de nitrógeno desde los tejidos vegetales que senescen hacia los órganos reproductivos. (Ruiz, 2001)

En lo que se refiere al nivel de fósforo, cuando el mismo es limitante disminuye la biomasa aérea, la radiación interceptada y lo que más se afecta es el factor de fertilidad de las espigas. (Abbate, 1996).

Una buena disponibilidad de fósforo permite a la planta tolerar mejor el déficit hídrico, dentro de ciertos límites. (Berardo *et al.*, 1999).

Debido a la gran importancia que adquiere tanto la adecuada disponibilidad hídrica como de nutrientes para la obtención de altos rendimientos en el cultivo de trigo, tiene relevancia la realización de una experiencia local, con distintos materiales genéticos.

## **HIPÓTESIS**

Los diferentes cultivares de trigo de "ciclo largo" tendrán una respuesta diferencial a la aplicación de fertilizantes en distintos niveles hídricos (con riego y en secano), en consecuencia los rendimientos variarán en diferente magnitud.

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la respuesta en biomasa y rendimiento en grano de cultivares de trigo de ciclo largo a la fertilización, bajo condiciones de riego y secano.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar los efectos de la fertilización y la disponibilidad hídrica sobre el crecimiento (biomasa total), en todas las etapas del cultivo.
- Evaluar el efecto de la fertilización y la disponibilidad hídrica sobre el rendimiento y los componentes directos del mismo, de los diferentes cultivares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la campaña 2002, en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, que se encuentra emplazado sobre la Ruta Nacional N° 36, Km. 601, Las Higueras, Córdoba. (33° 07' Latitud Sur, 64° 14' Longitud Oeste, 421 m.s.n.m.)

El cultivo se sembró el 15 de junio de 2002; sobre un suelo Hapludol típico, franco arenoso muy fino, en una parcela que provenía de dos años de monocultivo de trigo.

Los cultivares sembrados fueron: *Buck Guapo*, *Buck Arriero*, *Klein Escorpión*, *Baguette 10*, *Prointa Molinero* y *Prointa Puntal*.

La implantación se realizó bajo el sistema de siembra directa, usando una sembradora neumática Bertini de 25 surcos a 17,5 cm de distancia, a una densidad de 106 kg./ha.

Al momento de la siembra se aplicaron 65 kg de fosfato diamónico (18-46-0) por debajo y al costado de la línea de siembra y 120 kg de urea (46-0-0) entre línea. Se refertilizó al boleó el día 10 de septiembre con 200 kg de urea, incorporándola con un riego suplementario de 30 mm.

Esto se determinó a partir de un análisis de suelo realizado el 18 de abril de 2002, que arrojó los siguientes resultados:

**Cuadro 1: Resultados de análisis de suelo al momento de la siembra.**

Materia orgánica	2.06%
PEA (0 a 20) cm	1.3
(20 a 40) cm	1.32
Fósforo disponible en ppm 0-20 cm (Bray I)	26
pH	6.7
N – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (0 a 20) cm	8.34
(20 a 40) cm	5.44
Agua disponible a 1 m de profundidad	110 mm

Referencias de los métodos utilizados en la determinación de las características del sitio:

- Materia Orgánica por método de Walkley-Black modificado
- Nitrógeno de nitratos por método colorimétrico del fenol disul-fónico
- Fósforo disponible por Bray y Kurtz I
- pH por Potenciometría 2,5/1 (Page *et al.*, 1982).

Los registros meteorológicos se obtuvieron de la estación automática presente en el mismo campo experimental dependiente de la cátedra de Agrometeorología Agrícola.

Para el riego se utilizó un equipo autopulsado de avance frontal, cubriendo un ancho de 100 metros y se programó con un ritmo de regado de 10 segundos por minuto, lo que producía una precipitación de 30 milímetros en cada aplicación efectuada, manteniendo la disponibilidad hídrica del suelo por encima del

60% del agua útil (considerando este porcentaje como el umbral crítico para el cultivo), hasta una profundidad de 60 centímetros. Para determinar el momento de aplicación del riego, se instalaron con un barreno sensores de humedad a lo largo del ensayo, a una profundidad de 0-20, 20-40 y 40-60 centímetros. Las mediciones se efectuaron cada 15 días utilizando el T.D.R. (Reflectometría de Dominio Temporal) Se realizaron tres riegos suplementarios el día 28 de julio, 30mm, el día 10 de septiembre, 30 mm y el día 24 de septiembre, 30mm.

El ensayo tuvo un diseño en bloques, con un arreglo espacial en parcelas sub-subdivididas de 4.90 m. de ancho por 20 m. de largo, con tres repeticiones. El tratamiento con y sin riego se tomó como factor principal, a los tratamientos con y sin fertilizante como factor secundario y a los diferentes cultivares de trigo como factor terciario.

Para determinar el momento de extracción de muestras se utilizó el código decimal de Zadoks, en base al cual se establecieron cuatro fases de extracción: Materia seca aérea en las fases de: macollaje (Z-2), encañazón (Z-3), grano lechoso (Z-7) y madurez fisiológica (Z-9) mediante dos submuestras de 0.25 m<sup>2</sup> por parcela, secándolas a estufa a 105° C hasta lograr peso constante.

Se utilizarán las siguientes referencias: CR (con riego), sr (sin riego), CF (con fertilizante), sf (sin fertilizante).

Se llevó un seguimiento del cultivo para la determinación de la presencia de plagas y enfermedades.

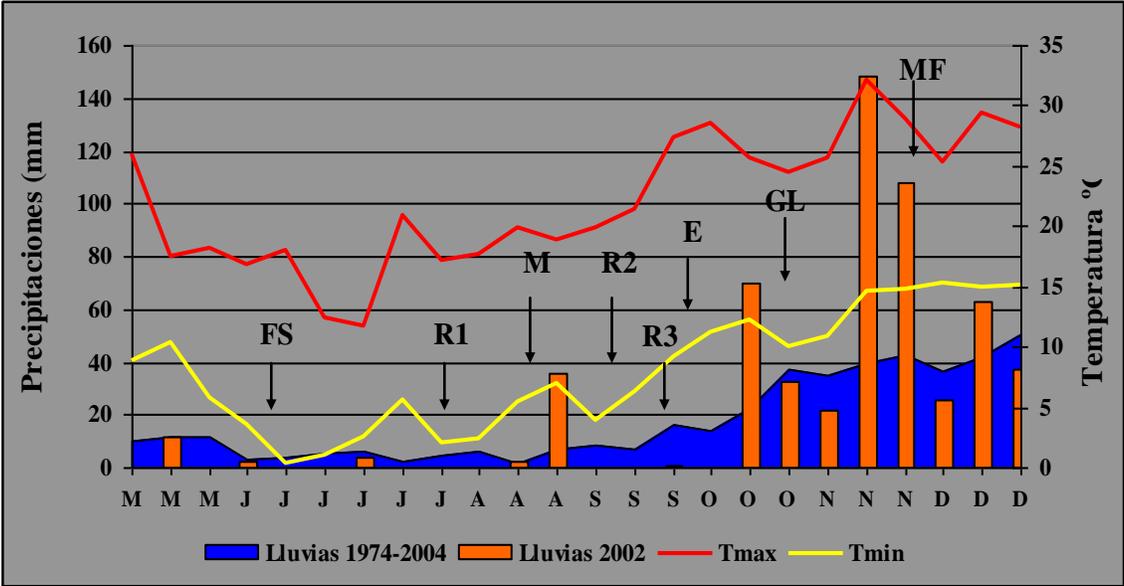
En la fase de inicio de macollaje se pulverizó con Metsulfurón metil (5 cc) + Dicamba (100 cc) para el control de malezas.

En la fase de grano pastoso, se aplicó 800 cc/ha de Carbendazin + Epoxiconazole (Duet) para el control de las enfermedades *Puccinia recondita* (roya anaranjada) y *Drechslera tritici repentis* (mancha amarilla).

Al momento de cosecha se determinó número de granos m<sup>-2</sup>, peso de mil granos y rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.

Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante ANAVA y comparación medias mediante el test de LSD Fisher Alfa al 5 % de probabilidad, para las variables que mostraron interacción se utilizaron contrastes ortogonales, empleando el paquete estadístico INFOSTAT.

Gráfico 1: Precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas que ocurrieron en el cultivo.



Referencias: **FS**: Fecha de Siembra, **M**: Macollaje, **E**: Encañazón, **GL**: Grano Lechoso, **MF**: Madurez Fisiológica, **R 1**: 1° Riego 30 mm, **R 2**: 2° Riego 30 mm, **R 3**: 3° Riego 30mm.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### *Determinación de Biomasa.*

La Materia Seca producida depende de la cantidad de recursos (agua, luz, nutrientes) disponibles y de la eficiencia con que el cultivo los captura y utiliza. La acumulación de biomasa es variable a lo largo del ciclo del cultivo. (Miralles y Slafer, 2001)

Los resultados estadísticos para la fase de macollaje no presentaron interacciones estadísticamente significativas. En encañazón se observó interacción riego\*fertilizante, mientras que en las fases de grano lechoso y madurez de cosecha se observaron las interacciones riego\*variedad y fertilización\*variedad (Tabla 1).

**Tabla 1: Materia seca de la biomasa aérea en distintos estadios fenológicos**

	Estadio fenológico			
	Macollaje	Encañazón	Grano lechoso	Madurez de cosecha
CR	1220,72 a	5570.40	7302.95	6207.51
sr	857,03 b	4236.01	5971.56	5075.83
DMS	265,25	354.84	497.24	422.65
CF	1437,51 a	7122.89	9785.81	8317.94
sf	640,23 b	2683.52	3488.70	2965.40
DMS	168,02	354.84	497.24	422.65
Escorpión	1080.63 abc	5023.48 b	7291.05	6197.40
Puntal	1142.6 a	5640.25 a	7194.18	6115.05
Baguette	958.43 bc	4684.10 bc	5759.65	4895.71
Guapo	1116.6 ab	4937.63 b	6787.68	5769.53
Arriero	901.78 c	4156.30 c	6044.43	5137.76
Molinero	1033.18 abc	4977.48 b	6746.55	5734.57
DMS	163,95	401,97	861.25	678,26
cv (%)	19,16	15.25	15.79	14,15
R*F	NS	*	NS	NS
R*V	NS	NS	*	*
F*V	NS	NS	*	*
R*F*V	NS	NS	NS	NS

CR: Con riego - sr: Sin riego

CF: Con fertilización - sf: Sin fertilización

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

cv (%): Coeficiente de Variación.

DMS: Diferencia mínima significativa.

\* : Interacción significativa al 5 % de probabilidad según ANAVA

NS: No significativa

- **Macollaje**

En la Tabla 1 se observa que en la fase de macollaje los tratamientos con riego presentaron diferencias estadísticamente significativas con los tratamientos no regados.

Como se observa en el Gráfico 1 durante el mes de Julio y primer y segunda decádica de Agosto las precipitaciones fueron escasas, registrándose solamente 6 mm, momento en el cual el cultivo se encontraba en el estadio de macollaje, por consiguiente el riego suplementario tuvo efecto sobre la producción de biomasa.

En la misma tabla los tratamientos fertilizados presentan diferencias significativas con los tratamientos no fertilizados, a causa de la baja disponibilidad de nitrógeno de nitratos encontrado al momento de la siembra (Cuadro 1), lo que podría deberse a que el ensayo se realizó en una parcela que provenía de dos campañas de trigo, sin rotación de cultivos y en siembra directa, coincidiendo con Fontanetto *et al.*, (2003) donde observaron que el cultivo antecesor tiene una marcada preponderancia sobre los rendimientos del trigo y sobre la respuesta del mismo a la fertilización nitrogenada, debido a su influencia sobre la cantidad de los N-NO<sub>3</sub> - logrados a la siembra. Concordando también con Callaci *et al.*, (2000) que en ensayos realizados en el noreste de Santa Fe y sudeste de Santiago del Estero, encontraron que cuando no se utilizó fertilizante, los lotes con siembra directa, rindieron menos en promedio que los lotes sembrados en sistema tradicional. Es importante destacar que el sistema de siembra directa debe incluir la fertilización debido a la no remoción del suelo.

Entre los cultivares, para el mismo estadio, Puntal es el que presenta mayor producción de materia seca/ha, presentando diferencias estadísticamente significativas con respecto a Baguette 10 y Arriero. Por su parte el cultivar Guapo se diferencia estadísticamente con Arriero que fue el cultivar que mostró menor biomasa aérea de todos los participantes. (Tabla 1)

- **Encañazón**

En la Tabla 1 se observa la interacción significativa riego por fertilizante (R\*F).

En la Tabla 2 se pueden apreciar diferencias significativas en el análisis ortogonal entre los tratamientos fertilizados, con y sin riego.

Los tratamientos regados y fertilizados tuvieron mayor producción de materia seca que los no regados y fertilizados. La menor producción de materia seca de estos últimos tratamientos se debió a la escasez de precipitaciones desde el momento de la siembra hasta esta fase, lo que no permitió una buena traslocación de los nutrientes adicionados al cultivo, presentando una menor eficiencia en el uso del agua (EUA). Coincidiendo con esto, Vidal y Franco (2004), encontraron en Reconquista, Santa Fe, durante la campaña agrícola 2003-04, eficiencias mayores en el uso de N y P bajo riego que en secano. Una buena

disponibilidad de nitrógeno mejora la productividad de materia seca por cada mm de agua disponible (EUA).

**Tabla 2: Contraste ortogonal. Interacción riego\*fertilización. Materia seca de biomasa aérea, en kg ha<sup>-1</sup>, en la fase de encañazón.**

Tratamiento	Medias
CR-CF	8264,60 a
sr-CF	5981,18 b
p-valor	0,0006
cv (%)	14,93

CR-CF: Con riego-con fertilizantes

sr-CF: Sin riego-con fertilizantes

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Fertilización según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

En la Tabla 3 se puede apreciar diferencias significativas en el análisis ortogonal entre los tratamientos con riego y sin riego, ambos sin fertilizar, obteniendo el primero una mayor producción de materia seca. Esto se debería a la aplicación de los riegos suplementarios y a las escasas precipitaciones ocurridas en esta fase.

**Tabla 3: Contraste ortogonal. Interacción riego\*fertilización. Materia seca de biomasa aérea, en kg ha<sup>-1</sup>, en la fase de encañazón.**

Tratamiento	Medias
CR-sf	2876,20 a
sr-sf	2490,83 b
p-valor	0,0214
cv (%)	14,93

CR-sf: Con riego-sin fertilizantes

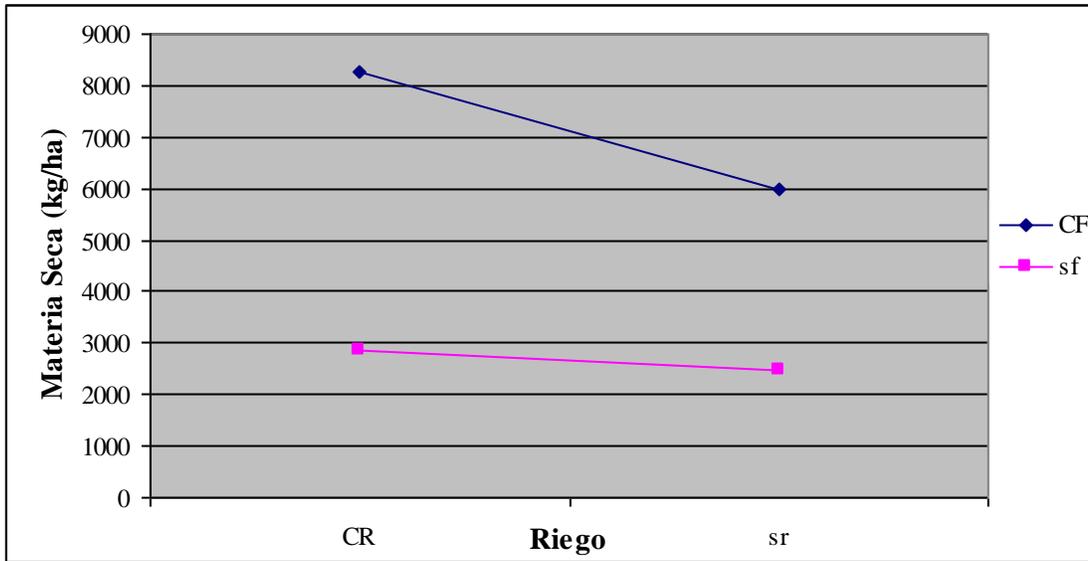
sr-sf: Sin riego-sin fertilizantes

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Fertilización según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Gráfico 2: Contraste ortogonal. Riego\*Fertilización. Materia Seca en Encañazón (kg ha<sup>-1</sup>) para los diferentes tratamientos.**



El Gráfico 2 muestra que existen diferencias en la producción de materia seca entre los tratamientos fertilizados y no fertilizados debido a que una buena disponibilidad de nitrógeno mejora la productividad de materia seca por cada mm de agua disponible (EUA). Coincidiendo con esto, Barraco *et al.*, (2006) en la EEA INTA Gral. Villegas encontraron que para las condiciones de dos suelos (Hapludol y Haplustol) evaluados, la fertilización permitió mejorar el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua del cultivo en un 60%. La mayor pendiente de la curva de tratamientos con fertilizante, demuestra que cuando se fertiliza existe una mejor respuesta al riego.

El análisis de la varianza de los cultivares en la fase de encañazón arroja diferencias significativas a favor de Puntal con el resto de los participantes. Arriero es el cultivar de menor producción de biomasa, no presentando diferencia estadísticamente significativa con Baguette. (Tabla 1)

- **Grano lechoso**

*Riego \* Variedad*

En la Tabla 1 se observa la interacción significativa riego por variedad (R\*V) de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso .

En las Tablas 4, 6 y 8 se pueden apreciar diferencias significativas en el análisis ortogonal entre los tratamientos riego por variedad, no así en las Tablas 5, 7 y 9 que no presentan diferencias estadísticamente significativa para la variable riego por variedad.

Tabla 4: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Puntal, con y sin riego.

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Puntal	8451,90 a
sr	Puntal	5936,45 b
p-valor	0,0001	
cv (%)	14,79	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Tabla 5: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Escorpión, con y sin riego.

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Escorpión	7695,45 a
sr	Escorpión	6838,65 a
p-valor	0,161	
cv (%)	14,79	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Tabla 6: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Baguette 10, con y sin riego.

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Baguette 10	6838,90 a
sr	Baguette 10	4680,40 b
p-valor	0,0004	
cv (%)	14,79	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Tabla 7: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en grano lechoso de el cultivar Guapo, con y sin riego.

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Guapo	6891,55 a
sr	Guapo	6683,80 a
p-valor	0,7158	
cv (%)	14,79	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Tabla 8: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en grano lechoso de el cultivar Arriero, con y sin riego.

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Arriero	6819,10 a
sr	Arriero	5269,75 b
p-valor	0,0091	
cv (%)	14,79	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Tabla 9: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Molinero, con y sin riego.

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Molinero	7120,80 a
sr	Molinero	6372,30 a
p-valor	0,1938	
cv (%)	14,79	

CR: Con riego

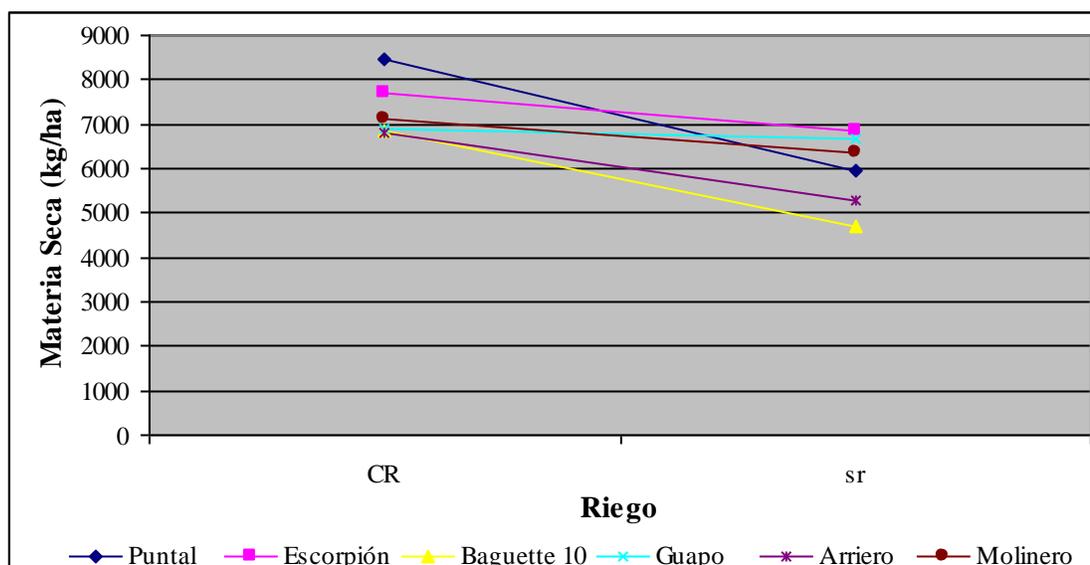
sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Gráfico 3: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia Seca en Grano Lechoso (kg ha<sup>-1</sup>)



En el gráfico 3 se puede observar que el trigo de mejor comportamiento bajo riego fue Puntal.

Los cultivares Escorpión, Guapo y Molinero (Tablas 5, 7 y 9) no presentaron diferencias significativas entre riego y secano, en tanto que Puntal, Baguette 10 y Arriero (Tablas 4, 6 y 8) presentaron diferencias estadísticamente significativas con y sin riego.

Baguette 10 en esta fase fue el cultivar más atacado por roya y mancha amarilla viéndose afectada su producción tanto bajo riego como en secano (Gráfico 3).

## Fertilización \* Variedad

En la Tabla 1 se observa la interacción significativa fertilizante por variedad (F\*V) de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso.

En las Tablas 10, 11, 12, 13, 14 y 15 se aprecia que todos los cultivares presentaron diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos con y sin fertilizantes.

**Tabla 10: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Puntal, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Puntal	10949,15 a
sf	Puntal	3439,20 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,79	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 11: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Escorpión	11007,70 a
sf	Escorpión	3574,40 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,79	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 12: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Baguette 10	8272,55 a
sf	Baguette 10	3246,75 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,79	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 13: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Guapo, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Guapo	10452,95 a
sf	Guapo	3122,40 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,79	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 14: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Arriero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Arriero	8161,40 a
sf	Arriero	3927,45 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,79	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 15: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en grano lechoso de el cultivar Molinero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Molinero	9871,10 a
sf	Molinero	3622,00 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,79	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

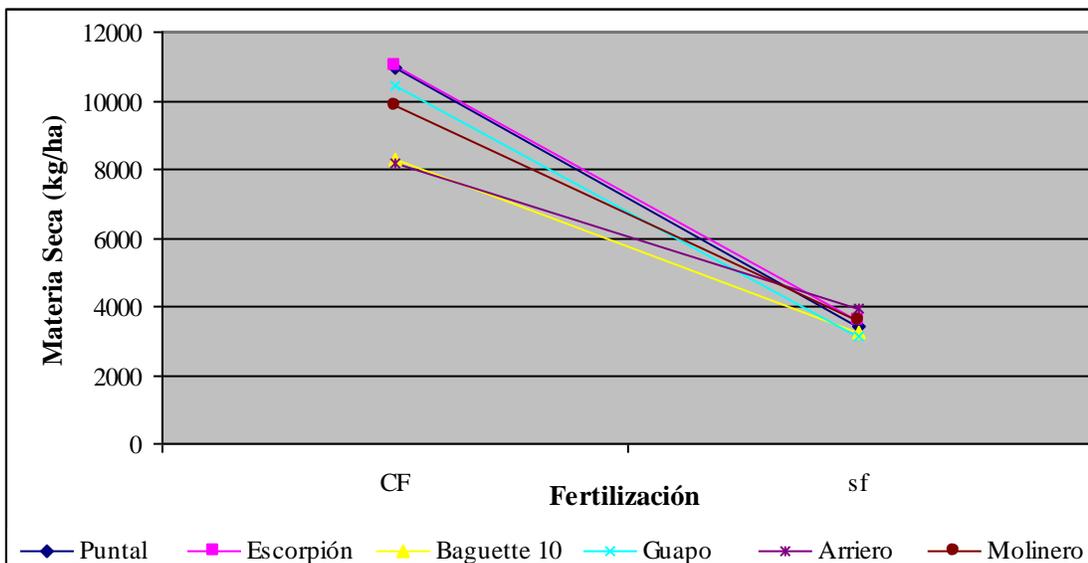
p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

En las Tablas 10, 11, 12, 13, 14 y 15 se aprecia que todos los cultivares presentaron diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos con y sin fertilizantes.

**Gráfico 4: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia Seca en Grano Lechoso (kg ha<sup>-1</sup>)**



En el Gráfico 4 se observa que los cultivares que mejor respuesta tuvieron a la fertilización fueron Escorpión, Puntal, Guapo y Molinero, comportándose en forma similar y diferenciándose con Arriero y Baguette. Con referencia a los no fertilizados se observa que todos los cultivares se comportan de una manera semejante.

En la interacción fertilización\*variedad, (Gráfico 4) todos los cultivares presentaron pendientes de las curvas mayores que para la interacción riego\*variedad (Gráfico 3), lo que evidencia que estos respondieron en mayor medida a la fertilización que al riego. Posiblemente esto se deba a las condiciones de implantación del cultivo antes señaladas (Siembra directa y monocultivo de trigo)

- **Madurez de cosecha**

*Riego \* Variedad*

En la Tabla 1 se observa la interacción significativa riego por variedad (R\*V) de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en madurez de cosecha.

En las Tablas 16, 18 y 20 se pueden apreciar diferencias significativas en el análisis ortogonal entre los tratamientos riego por variedad. Las Tablas 17, 19 y 21 no presentan diferencias estadísticamente significativa para la variable riego por variedad, coincidiendo con lo obtenido para la biomasa aérea en grano lechoso.

**Tabla 16: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en madurez de cosecha de el cultivar Puntal, con y sin riego.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Puntal	7184,12 a
sr	Puntal	5045,99 b
p-valor	0,0001	
Cv (%)	14,15	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 17: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Escorpión, con y sin riego.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Guapo	5857,82 a
sr	Guapo	5681,23 a
p-valor	0,7137	
cv (%)	14,15	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 18: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Baguette 10, con y sin riego.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Baguette 10	5813,07 a
sr	Baguette 10	3978,34 b
p-valor	0,0673	
cv (%)	14,15	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 19: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Guapo, con y sin riego.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Escorpión	6052,68 a
sr	Escorpión	5853,66 a
p-valor	0,1461	
cv (%)	14,15	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 20: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en madurez de cosecha de el cultivar Arriero, con y sin riego.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Arriero	5796,54 a
sr	Arriero	4479,29 b
p-valor	0,007	
cv (%)	14,15	

CR: Con riego

sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 21: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en madurez de cosecha de el cultivar Molinero, con y sin riego.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CR	Molinero	6052,68 a
sr	Molinero	5416,46 a
p-valor	0,1778	
cv (%)	14,15	

CR: Con riego

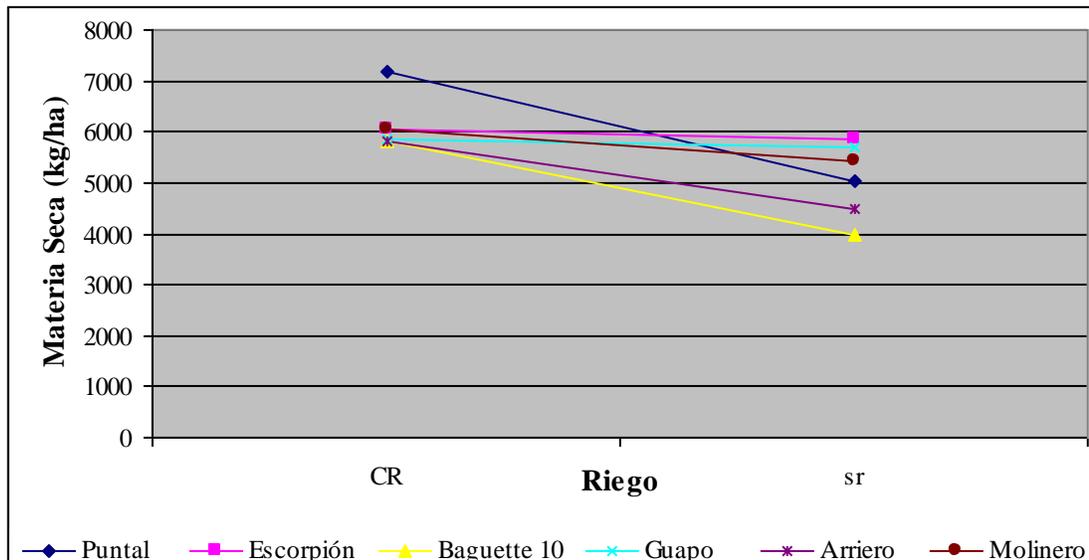
sr: Sin riego

p-valor: Valor p para interacción Riego\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Gráfico 5: Contraste ortogonal. Riego\*Variedad. Materia Seca en Madurez de Cosecha (kg ha<sup>-1</sup>)



Al analizar la interacción riego por variedad en madurez de cosecha, (Gráfico 5) se observa que el cultivar Puntal, con riego, sigue presentando mayor producción de biomasa en forma semejante que en la fase de grano lechoso. (Gráfico 3)

Siguiendo la tendencia del estadio fenológico anterior, los cultivares Puntal, Baguette 10 y Arriero (Tablas 16, 18 y 20) fueron los que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre riego y secano, mientras que Escorpión, Guapo y Molinero (Tablas 17, 19 y 21) no mostraron diferencias de significación con y sin riego. (Gráfico 5)

*Fertilización \* Variedad*

En la Tabla 1 se observa la interacción significativa fertilizante por variedad (F\*V) de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha.

En las Tablas 22, 23, 24, 25, 26 y 27 se aprecia que todos los cultivares presentaron diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos con y sin fertilizantes.

Tabla 22: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Puntal, con y sin fertilizante.

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Puntal	9306,78 a
sf	Puntal	2923,32 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,15	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizantes.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 23: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Escorpión	9356,55 a
sf	Escorpión	3038,24 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,15	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 24: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Baguette 10	7031,67 a
sf	Baguette 10	2759,74 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,15	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 25: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Guapo, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Guapo	8885,01 a
sf	Guapo	2654,04 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,15	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 26: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Arriero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Arriero	6937,19 a
sf	Arriero	3338,34 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,15	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 27: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en madurez de cosecha de el cultivar Molinero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Molinero	8390,44 a
sf	Molinero	3078,70 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	14,15	

CF: Con fertilizante.

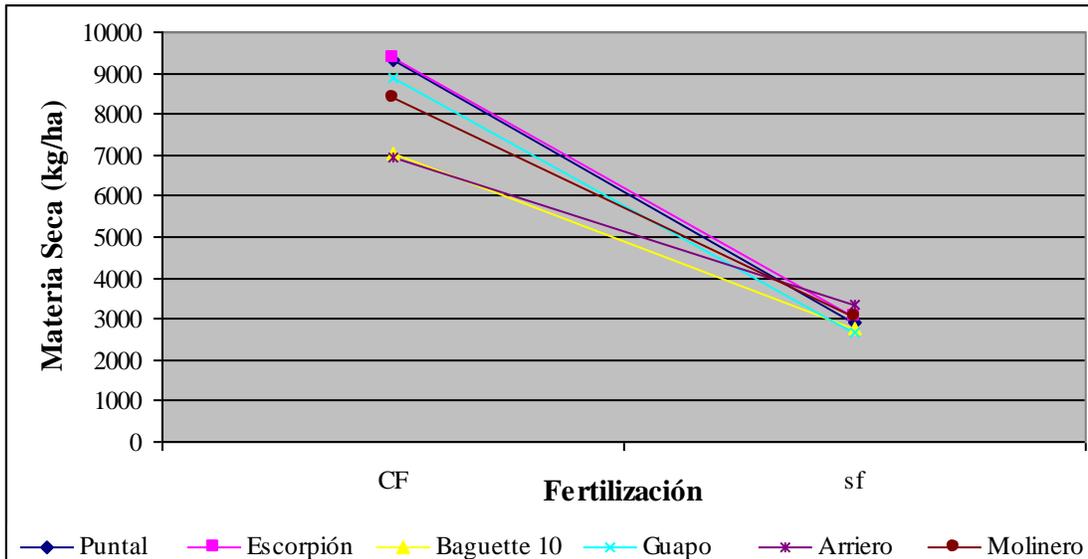
sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Gráfico 6: Contraste ortogonal. Fertilización\*Variedad. Materia Seca en Madurez de Cosecha (kg ha<sup>-1</sup>)**



El Gráfico 6 muestra que Escorpión, Puntal, Guapo y Molinero, fertilizado son los cultivares de mayor producción de biomasa/ha en la fase madurez de cosecha, presentando diferencias con los cultivares Arriero y Baguette 10. En relación a los cultivares no fertilizados se observa que estos no difieren entre sí. En concordancia con este trabajo, Bainotti *et al.*, (2005) encontraron en un ensayo realizado en la campaña 2004-05 en el EEA INTA de Marcos Juárez, que los cultivares Puntal, Guapo y Escorpión fueron los materiales que presentaron mayor rendimiento de biomasa.

Al igual que en grano lechoso, los cultivares fertilizados tuvieron diferencias estadísticamente significativas con los no fertilizados. (Gráfico 6)

### ***Determinación de Rendimiento y Componentes.***

Los resultados estadísticos de la experimentación indican que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos regados y en seco, en lo que respecta al número de granos por metro cuadrado, el peso de las 1000 semillas y el rendimiento en grano por hectárea. (Tabla 28)

En la misma tabla se puede apreciar que existen interacciones estadísticamente significativas fertilización por variedad para los parámetros número de granos  $m^{-2}$ , peso de las 1000 semillas y rendimiento (kg granos  $ha^{-1}$ )

**Tabla 28: N° Granos/ $m^2$ , peso de 1000 semillas y rendimiento para los diferentes tratamientos.**

	N° Granos $m^{-2}$	Peso de 1000 semillas	Rendimiento
CR	7262.47 a	27,08 b	2010.99 a
sr	4553.35 b	28,51 a	1322.08 b
DMS	636.94	0,45	172.14
CF	7935.60	28,83	2289.03
sf	3880.21	26,67	1044.05
DMS	636.94	1,89	376,88
Escorpión	6775.58	29,43	2031.85
Puntal	3792.64	25,60	964.03
Baguette 10	4442.48	27,22	1212.29
Guapo	8387.69	29,27	2452.35
Arriero	7458.00	25,98	1957.25
Molinero	4591.07	29,28	1381.47
DMS	1103.21	1,41	298.16
cv (%)	22,72	6,19	20,71
R*F	NS	NS	NS
R*V	NS	NS	NS
F*V	*	*	*
R*F*V	NS	NS	NS

CR: Con riego - sr: Sin riego

CF: Con fertilización - sf: Sin fertilización

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

cv (%): Coeficiente de Variación.

DMS: Diferencia mínima significativa.

\* : Interacción significativa al 5 % de probabilidad según ANAVA

NS: No significativa.

- **Número de grano m<sup>-2</sup>**

En los tratamientos regados el número de granos por metro cuadrado fue mayor que en los tratamientos que no tuvieron riego. (Tabla 28)

En el gráfico 1 se puede observar una deficiencia hídrica durante todo el mes de septiembre y primer decádica del mes de octubre, que coincide con el período de crecimiento de la espiga. Según Abbate *et al.*, (1994) una deficiencia hídrica en este momento, determina una menor eficiencia de conversión de radiación interceptada en materia seca, lo que contribuye a reducir el número de granos m<sup>-2</sup>.

Abbate *et al.*, (2001), señalan que las caídas en rendimiento debido a las deficiencias de agua se asocian más con el número (R<sup>2</sup> = 0,69) que con la disminución en el peso de los granos. Además, observaron que en los tratamientos sin riego el número de granos m<sup>-2</sup> resultó menor que en los tratamientos con riego.

En los tratamientos regados el número de granos por metro cuadrado fue mayor que en los tratamientos que no tuvieron riego. (Tabla 28)

#### *Fertilización \* Variedad*

El número de granos depende de la radiación, la temperatura y la nutrición nitrogenada del cultivo, (Demotes-Mainard y Jeuffroy, 2001), siendo el componente del rendimiento más afectado cuando el N es limitante (Abbate, 1994). Demotes -Mainard y Jeuffroy (2001), citaron que la disminución del número de granos ocurre, sobre todo con deficiencias de este nutriente antes de anthesis (Z 6), momento en el cual se define éste componente (Abbate *et al.* 1994)

Al analizar la interacción fertilización\*variedad, los resultados de los contrastes ortogonales muestran que todos los cultivares presentaron diferencias estadísticamente significativas fertilizados y no fertilizados (Tablas 29, 30, 31, 32, 33 y 34).

**Tabla 29: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. N° granos m<sup>-2</sup> del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Puntal	4953,09 a
sf	Puntal	2632,18 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	22.72	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 30: Contraste Ortogonal .Fertilización\*Variedad. N° granos m<sup>-2</sup> del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Escorpión	8245,30 a
sf	Escorpión	5305,87 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	22.72	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 31: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. N° granos m<sup>-2</sup> del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Baguette 10	5562,53 a
sf	Baguette 10	3322,42 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	22.72	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 32: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. N° granos m<sup>-2</sup> del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Guapo	12542,48 a
sf	Guapo	4232,90 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	22.72	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 33: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. N° granos m<sup>-2</sup> del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Arriero	10000,36 a
sf	Arriero	4915,63 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	22.72	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 34: Contraste Ortogonal .Fertilización\*Variedad. N° granos m<sup>-2</sup> del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Molinero	6309,87 a
sf	Molinero	2872,27 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	22.72	

CF: Con fertilizante.

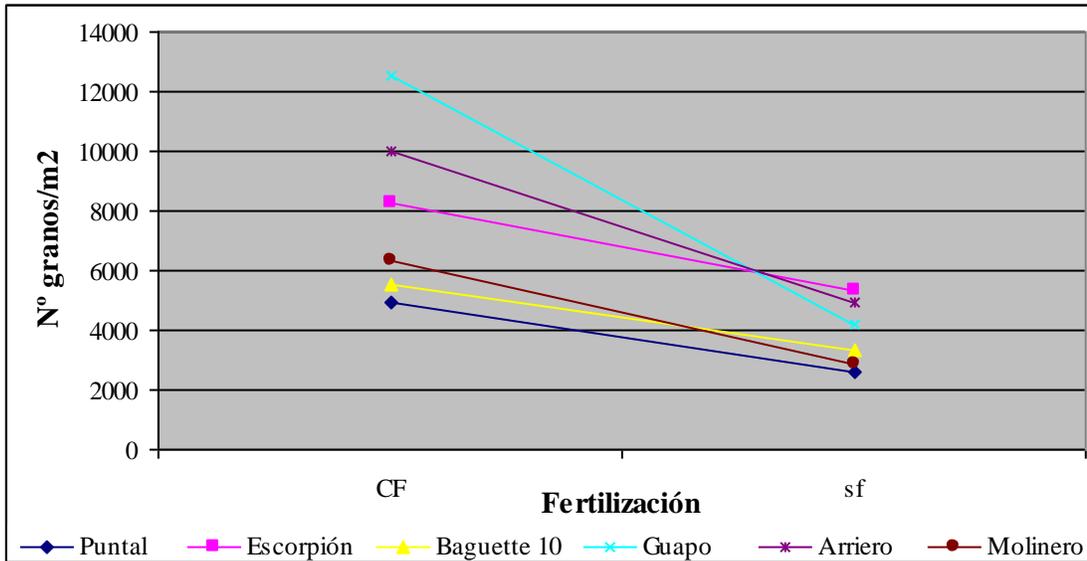
sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Gráfico 7: Fertilización por Variedad. N° granos m<sup>-2</sup> de todos los cultivares, con y sin fertilización.**



En el Gráfico 7 se observa que dentro de los tratamientos fertilizados los cultivares Guapo, Arriero y Escorpión presentan mayor número de granos m<sup>-2</sup> diferenciándose de los cultivares Molinero, Baguette 10 y Puntal. Cuando se analizan los tratamientos sin fertilizar se advierte que Guapo, Arriero y Escorpión se diferencian del resto de los cultivares pero en orden inverso.

Guapo fue el cultivar de mayor respuesta a la fertilización como lo indica la pendiente de la curva. También tuvo un buen comportamiento Arriero.

Por su parte, Puntal fue el cultivar con menor número de granos m<sup>-2</sup>, con y sin fertilización. Esto se debió a su avanzado estado de madurez al momento de ocurrencia de caída de granizo.

- **Peso de los 1000 granos**

A pesar de que el número de granos es la variable que mejor explica el rendimiento, cambios en el peso de los mismos pueden afectar el rendimiento final del cultivo una vez establecido el número de granos, siendo la etapa de definición del peso de los 1000 granos la comprendida entre los diez días posteriores a floración y la madurez fisiológica del cultivo, llamada período efectivo de llenado de los granos. Hay evidencias que indican, en la mayoría de los casos, que el crecimiento de los granos está más fuertemente restringido por características propias de los mismos o por efectos ambientales sobre la capacidad de crecimiento, que por la provisión de carbohidratos desde el resto del canopeo (Miralles *et al.*, 2001).

Hubo diferencias significativas en el peso de las 1000 semillas en los tratamientos con riego y sin riego, siendo este último el que presentó mayor peso. Esto se debe a que los tratamientos sin riego tuvieron menor número de granos m<sup>-2</sup> lo que hace que estos sean de mayor tamaño y por ende, mayor peso. (Tabla 28)

#### *Fertilización \* Variedad*

Al analizar la interacción fertilización\*variedad, los resultados de los contrastes ortogonales muestran que los cultivares Molinero y Escorpión fueron los únicos que presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos fertilizado y no fertilizado. (Tablas 36 y 40)

Puntal, Baguette 10, Guapo, y Arriero no presentan diferencias significativas con y sin fertilización. (Tablas 35, 37, 38 y 39)

**Tabla 35: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Puntal	26,23 a
sf	Puntal	24,97 a
p-valor	<0,0001	
cv (%)	6,19	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 36: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Escorpión	31,63 a
sf	Escorpión	27,23 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	6,19	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 37: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizantes.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Baguette 10	26,8 a
sf	Baguette 10	27,63 a
p-valor	<0,0001	
cv (%)	6,19	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD

**Tabla 38: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Guapo	29,93 a
sf	Guapo	28,62 a
p-valor	<0,0001	
cv (%)	6,19	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 39: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Arriero	26,47 a
sf	Arriero	25,5 a
p-valor	<0,0001	
cv (%)	6,19	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 40: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Peso de 1000 semillas del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Molinero	31,91 a
sf	Molinero	26,65 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	6,19	

CF: Con fertilizante.

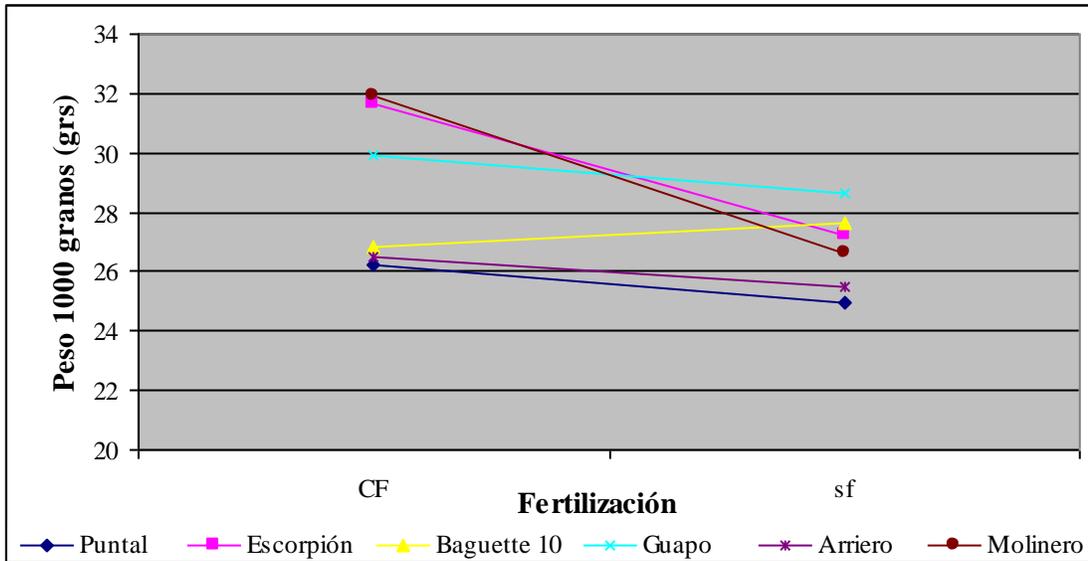
sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Gráfico 8: Fertilización por Variedad. Peso de las 1000 semillas de todos los cultivares, con y sin fertilización.**



En el Gráfico 8 se puede observar que Molinero y Escorpión fueron los cultivares que presentaron un mayor peso de los mil granos en los tratamientos con fertilizantes, mientras que en los tratamientos sin fertilización sus posiciones fueron intermedias.

Puntal y Arriero, ambos con y sin fertilizante, fueron los de menor peso de 1000 semillas.

- **Rendimiento**

El rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) fue mayor en los tratamientos con riego que en los tratamientos sin riego (Tabla 28). Esto tiene asidero en numerosas experiencias que han demostrado que, de los dos componentes que forman el rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), el número de granos producidos es el que mejor explica las variaciones en el rendimiento final más que cualquier cambio en el peso individual de los mismos. (Miralles *et al.*, 2001) Coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, Bast *et al.*, (2005), encontraron, en un ensayo realizado en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes, que los rendimientos se vieron favorecidos en todos los tratamientos con riego, mientras que en seco, los rendimientos disminuyeron en un 50 %, lo que indica que la práctica de riego para el cultivo de trigo es necesaria.

## Fertilización por Variedad

Al analizar la interacción fertilización\*variedad, los resultados de los contrastes ortogonales muestran que todos los cultivares presentaron diferencias estadísticamente significativas fertilizados y no fertilizados (Tablas 47, 48, 49, 50, 51 y 52).

**Tabla 47: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivar Puntal, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Puntal	1270,95 a
sf	Puntal	657,10 b
p-valor	0,0038	
cv (%)	21.77	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 48: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivar Escorpión, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Escorpión	2587,55 a
sf	Escorpión	1476,15 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	21.77	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 49: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivar Baguette 10, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Baguette 10	1512,45 a
sf	Baguette 10	912,12 b
p-valor	0,0045	
cv (%)	21.77	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 50: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivar Guapo, con y sin fertilizante.**

Tratamiento		
CF	Guapo	3692,94 a
sf	Guapo	1248,83 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	21.77	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 51: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivar Arriero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Arriero	2665,67 a
sf	Arriero	1248,83 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	21.77	

CF: Con fertilizante.

sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

**Tabla 52: Contraste Ortogonal. Fertilización\*Variedad. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivar Molinero, con y sin fertilizante.**

Tratamiento	Variedad	Medias
CF	Molinero	2004,63 a
sf	Molinero	758,32 b
p-valor	<0,0001	
cv (%)	21.77	

CF: Con fertilizante.

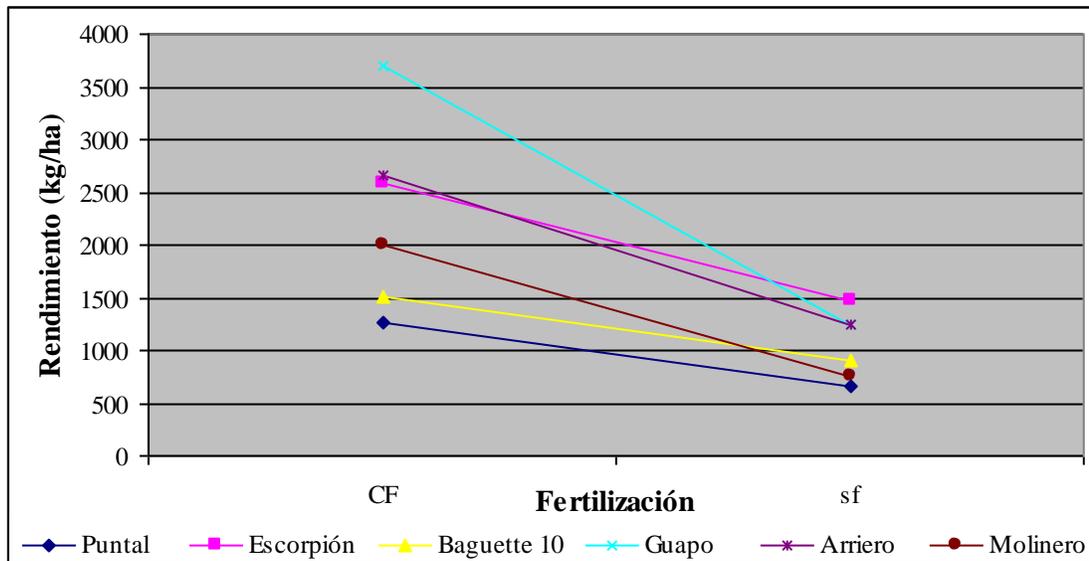
sf: Sin fertilizante.

p-valor: Valor p para interacción Fertilización\*Variedad según ANAVA

cv (%): Coeficiente de variación.

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test LSD.

Gráfico 9: Fertilización \* Variedad. Rendimiento en granos (kg ha<sup>-1</sup>)



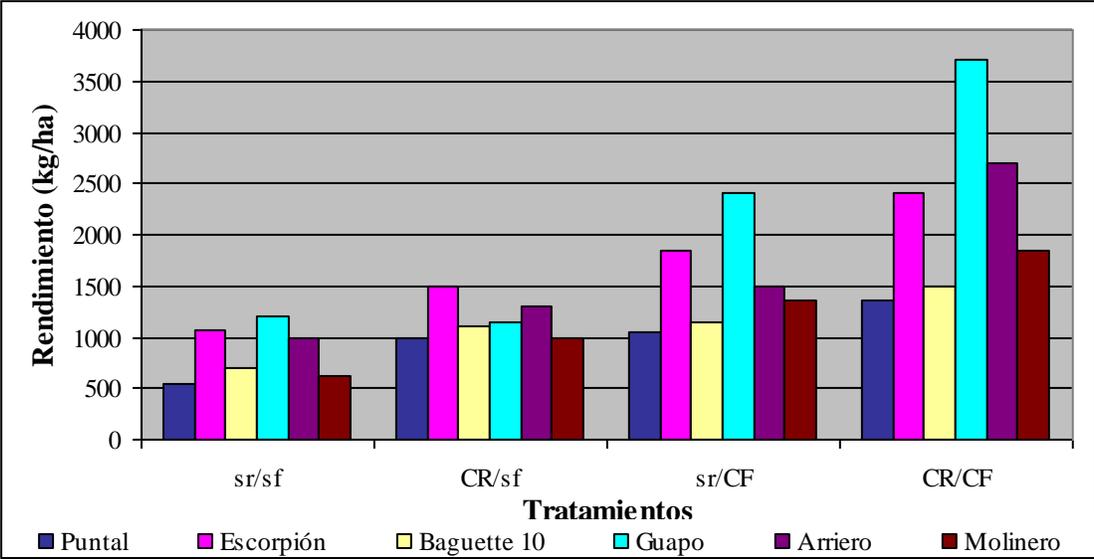
En el Cuadro 9 se observa que el cultivar Guapo fue el de mayor respuesta a la fertilización como lo indica la pendiente de la curva.

Guapo fertilizado, es el cultivar de mayor rendimiento. Esto se explica porque fue el cv. que presentó mayor número de granos m<sup>-2</sup> y además fue uno de los cultivares con mayor peso de los 1000 granos (Tabla 28). Por detrás de éste se posicionan Arriero y Escorpión y Molinero, diferenciándose de Baguette 10 y Puntal que fueron los cultivares que presentaron menor rendimiento de grano.

Los cultivares con mayor rendimiento sin fertilización fueron Escorpión, Arriero y Guapo que obtienen un rendimiento promedio superior en 750 kg de grano ha<sup>-1</sup>.

Los menores rendimientos tanto con y sin fertilización los obtuvo Puntal, a pesar de haber sido el material con mayor producción de materia seca/ha durante casi todo el ciclo del cultivo. Esto se debió a que fue afectado en mayor medida por el granizo, debido a su avanzado estado de madurez en el momento de la pedrea, lo que afectó no solo el número de granos m<sup>-2</sup>, sino también el peso de los mismos (tabla 28).

Gráfico 10: Rendimiento de los cultivares en los distintos tratamientos.



En el Cuadro 10 se puede apreciar el buen comportamiento de los cultivares Guapo, Escorpión y Arriero que lideraron la producción de granos en todos los tratamientos, destacándose en los tratamientos fertilizados el cultivar Guapo. Esto concuerda con los resultados encontrados por Pergolini (2003). en ensayos realizados en la zona de Río Cuarto, donde el mismo cultivar logró posicionarse en el primer lugar.

También se concuerda con Andriani *et al.*, (2002) que un ensayo realizado en el sur de la Provincia de Santa Fe en la campaña 2000-01 encontraron que los cvs. Arriero y Guapo fueron los de mayor rendimiento.

## CONCLUSIONES

- Todos los cultivares respondieron en mayor medida a la fertilización que al riego.
- No es conveniente la aplicación de riego suplementario sin la utilización de fertilizantes.
- Los cultivares se comportaron en forma diferencial en cuanto a la respuesta a la fertilización.
- El cultivar Baguette 10 fue el más atacado por enfermedades foliares (Roya de la hoja y Mancha amarilla).
- La ocurrencia de precipitaciones sólidas determinaron que el cultivar Puntal, por ser el que se encontraba en estado de maduración avanzado, quede relegado a ser el cultivar con menor rendimiento en todos los tratamientos, a pesa de haber tenido una buena producción de biomasa.
- Hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos son solamente válidos para el área de influencia que tiene el campo experimental donde se llevó a cabo el ensayo y en las condiciones ambientales y fitosanitarias presentes en el año en que se realizó dicha investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABBATE, P. E., ANDRADE, F. y CULOT, J. P. 1994. "Determinación del rendimiento en trigo." Boletín técnico N°13. EEA Balcarce.
- ANDRIANI, J.; HUGUET, N.; REGIS, C. 2002. "Riego Suplementario. Evaluación de Cultivares de Trigo con Riego Suplementario" En: [http://www.aaprotrigo.org/tecnologia/riego%20suplementario/evaluacion\\_cultivares.htm](http://www.aaprotrigo.org/tecnologia/riego%20suplementario/evaluacion_cultivares.htm)
- BAINOTTI, C.; GÓMEZ, D.; MASIERO, B.; SALINES, J.; FRASCHINA, J.; BERTRAM, N.; NAVARRO, C. 2005. J. "Evaluación de cultivares de trigo como doble propósito. Campaña 2004/05" En: <http://www.inta.gov.ar/MJUAREZ/info/documentos/Trigo/doblep05.htm>
- BARRACO, M.; SCIANCA, C.; ÁLVAREZ, C. 2006. "Estrategias de manejo de fertilización, de agua y trigo." EEA INTA Gral Villegas. En: <http://www.inta.gov.ar/Villegas/info/publi-pdf/Estrategias%20de%20manejo.pdf>
- BAST, R.; CASERES, L.; MENDEZ, M.; CURRIE, H. 2005. "Evaluación del rendimiento de cultivo de trigo bajo riego y en secano, con base azufrada y dosis crecientes de Nitrógeno." En <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-038.pdf>
- BERARDO, A., GRATTONI, F. D., BORRAJO, G. 1999. "Fertilización fosfatada de trigo: Respuesta y forma de aplicación". Informaciones agronómicas N°2. Disponible en [www.ppi-far.org](http://www.ppi-far.org)
- BRUGNONI, L. F. 1981. "El cultivo de trigo." Colección principales cultivos de la Argentina. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- CALLACI, C., CREMONA, A. y FERRERO, G. 2000. "Seguimiento de lotes de Trigo en el Área Noroeste del Dpto. San Cristóbal (Sta. Fe) y Sudeste del Dpto. Rivadavia (Sgo. del Estero). Campaña 1999/2000" En [http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/inf\\_trigo2000.htm](http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/inf_trigo2000.htm)
- DARWICH, N. 2001 Conferencia "Fertilización nitrogenada y fosfatada del cultivo de trigo". Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC.

- EVANS, L. T. 1983 "Fisiología de los cultivos." Editorial Hemisferio Sur S. A. Bs. As., Argentina. Pp 113-150.
- FONTANETTO, H., VIVAS, H., KELLER, O., ALBRECHT, R., GASTALDI, L. y CASTIGNANI, H. 2003 "Consideraciones sobre la fertilización nitrogenada de trigo en la región central de Santa Fe" En [http://www.engormix.com/consideraciones\\_sobre\\_fertilizacion\\_nitrogenada\\_s\\_articulos\\_621\\_AGR.htm](http://www.engormix.com/consideraciones_sobre_fertilizacion_nitrogenada_s_articulos_621_AGR.htm)
- GARCÍA, F. O. 2005. Fertilización de Trigo en la Región Pampeana: Algunas consideraciones para la toma de decisiones. Rev. Fertilizar. pp: 23-26. Buenos Aires. Argentina.
- GESUMARÍA, J. J., CASTILLO, C. A., ESPÓSITO, G. P., SAYAGO, F. F. y ZORZA, E. J. 1994. "Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre los rendimientos de cultivos de trigo bajo el sistema de siembra directa". Actas del III Congreso Nacional de Trigo y I Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. Bahía Blanca: pp 63
- INGARAMO, J. 2000. "Producción y comercio mundial de trigo. Evolución y tendencias." Revista de la bolsa de cereales. Publicación N° 3022: pp 19-26
- LANGER, R. H. M. y HILL, G. D. 1987. "Plantas de interés agrícola."
- MIRALLES, D. J. y SLAFER, G. 2001 "Trigo" Cuaderno de actualización técnica del CREA. Publicación N° 63 ISSN 1514-1276: 15-17
- PERGOLINI, S. O. 2003. "Comportamiento de Cultivares de Trigo ante Cambios en la Disponibilidad Hídrica y Nutricional". Tesis final de Grado. Biblioteca UNRC. Río Cuarto Córdoba Argentina.
- RUIZ, R. A. 2001. Trigo" Cuaderno de actualización técnica del CREA. Publicación N° 63 ISSN 1514-1276: 24-29
- SAGPyA 2005. En: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/index/agricultura>
- SAGyA 2005. En: <http://www.cba.gov.ar/vercanal.jsp?idCanal=2067>
- SEILER, R., ROTONDO, V., FABRICIUS, R. y VINOCUR, M. 1995. Agrometeorología de Río Cuarto - 1974/93. Vol. I Cátedra de Agrometeorología FAV. UNRC.

- SEILER, R., ROTONDO, V., FABRICIUS, R., VINOCUR M. y LLAMES, A. 1999. "Guía de trabajos prácticos - Introducción a la meteorología agrícola." Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria.
- VIDAL, C y FRANCO, A. 2004. "Fertilización de trigo en el norte de Santa Fe: Experiencias bejo riego y en secano. Campaña 2003/04. En [http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/F9207339B7FAE9403256EC20052B6A6/\\$file/Trigo+Vidal+INTA+Reconquista.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/F9207339B7FAE9403256EC20052B6A6/$file/Trigo+Vidal+INTA+Reconquista.pdf)
- VILLAR, J. L. 2001. "Dinámica del consumo de agua de trigo en siembra directa." Información técnica de trigo - Campaña 2001. Publicación N° 94 ISSN 0325 - 9137: 1-5