

**Oropesa, Juan Pablo**

*Efecto de la fertilización nitrogenada sobre  
rendimiento y calidad en trigo y cebada*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central “San Benito Abad”. Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Oropesa, J.P. 2012. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre rendimiento y calidad en trigo y cebada [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-fertilizacion-nitrogenada.pdf> [Fecha de consulta:.....]

(Se recomienda indicar fecha de consulta al final de la cita. Ej: [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2010]).



**UCA**

Facultad de Ciencias Agrarias

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Ingeniería en Producción Agropecuaria**

**EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA  
SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TRIGO Y  
CEBADA**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Juan Pablo Oropesa

Profesor Tutor: Ing. Agr. Fernando Míguez

Fecha: Agosto 2012

## Índice de contenidos

Resumen.....	iv
1. Introducción.....	1
1.1 Trigo en Argentina.....	1
1.2 Cebada cervecera en Argentina.....	8
1.3 Nitrógeno.....	11
1.4 Fósforo.....	12
1.5 Azufre.....	12
2. Hipótesis.....	14
3. Objetivos.....	14
3.1 Objetivo general.....	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4. Materiales y métodos.....	14
4.1 Localización del experimento.....	14
4.2 Diseño experimental.....	15
4.3 Preparación del terreno y siembra.....	16
4.4 Cronograma de tareas.....	17
5. Resultados y discusión.....	18
5.1 Efectos climáticos de la campaña 2007/2008.....	18
5.2 Análisis realizados en el cultivo.....	19
5.3 Diferencia de rendimiento entre tratamientos aplicados (kg/ha).....	20
6. Conclusiones.....	23
7. Anexos.....	24
7.1 Anexo I. Programa estadístico SAS System.....	24
7.1.1 Resultados Trigo B21.....	24
7.1.2 Resultados Cebada Scarlett.....	25
7.2 Anexo II. Tablas de rendimiento por bloques.....	27

7.3 Anexo III. Rendimientos de bloques según tratamientos.....	27
7.4 Anexo IV. Registro de temperatura de la zona cultivada.....	29
8. Bibliografía.....	30

## Índice de cuadros y gráficos

### Mapas

Mapa N°1: Subregiones ecológicas.....	1
Mapa N°2: Dispersión geográfica del trigo en Argentina.....	2
Mapa N°3: Dispersión geográfica de la cebada en Argentina.....	10
Mapa N°4: Localización estancia “Las cortaderas”.....	14

### Cuadros

Cuadro N°1: Requerimientos nutricionales trigo.....	5
Cuadro N°2: Registro de heladas chacra experimental Miramar.....	15
Cuadro N°3: Tratamientos.....	16
Cuadro N°4: Resultados análisis previo del suelo.....	16

### Gráficos

Gráfico N°1: Porcentaje de la producción total de trigo por provincia.....	3
Gráfico N°2: Relación entre rendimiento y porcentaje de proteínas.....	6
Gráfico N°3: Porcentaje de la producción total de cebada por provincia.....	9
Gráfico N°4: Registro de precipitaciones área costera sudeste bonaerense.....	15
Gráfico N°5: Cont. proteína en grano en función de los tratamientos recibidos....	20
Gráfico N°6: Trigo B21. Diferencia entre tratamientos realizados.....	21
Gráfico N°7: Cebada Scarlett. Diferencia entre tratamientos realizados.....	22
Gráfico N°8: Promedio rendimiento de trigo B21.....	28
Gráfico N°9: Promedio rendimiento de Cebada Scarlett.....	28

## Resumen

El alto precio internacional de los alimentos y la creciente demanda de cantidad y calidad afectan sin duda alguna, a los cereales. Las exigencias de los compradores, en trigo y cebada, utilizados para diferentes fines, presenta en Argentina la implementación de bonificaciones por calidad, en donde los requisitos que un cultivo debe cumplir para recibir estas bonificaciones, deben alcanzar determinados niveles, los cuales cambian de acuerdo a las variables climáticas y los factores de manejo utilizados. Al dificultarse satisfacer esta demanda, los molinos incluyen variedades de menores aptitudes panaderas; por tal motivo resulta necesario obtener un mayor rendimiento y concentrar proteínas para poder mantener la calidad. La fertilización nitrogenada, así como de otros minerales tales como el fósforo y el azufre, permite alcanzar los requerimientos para mejorar el rendimiento.

Hallar una estrategia para maximizar las ganancias es el objetivo principal de este trabajo, donde se han aplicado fertilizaciones foliares: 3 diferentes, y 1 parcela testigo sin ninguna clase de fertilizante. El ensayo se realizó en la localidad de Miramar dentro de la estancia “Las Cortaderas” durante la campaña de trigo 2007/2008. La metodología empleada fue la de micro parcelas de 7 surcos a 17.5cm. y 5 m. de largo, utilizando un diseño estadístico de 4 tratamientos con 4 repeticiones. La cosecha se llevó a cabo de forma manual y se utilizó trilladora estacionaria. Se realizó la pesada de cada unidad; sobre las muestras de trigo y cebada se realizaron diferentes determinaciones. Se evaluó la variable *rendimiento* con el programa estadístico SAS System.

Durante los ensayos se registró una helada, evento climático que causó menor impacto en los lotes retrasados, a diferencia de los que se encontraban en plena floración que vieron afectado su rendimiento. Los niveles de proteína obtenidos fueron óptimos, pero los distintos tratamientos de fertilizantes no presentaron una diferencia marcada en relación a la parcela testigo.

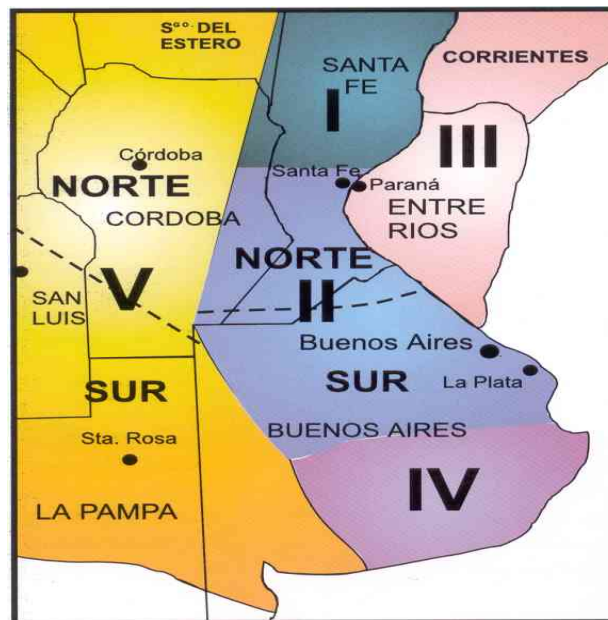
Palabras claves: *Trigo, Cebada, Fertilización, Nitrógeno, Rendimiento*

# 1. Introducción

## 1.1 Trigo en Argentina

El trigo (*Triticum aestivum lat.*) es el cereal de invierno de mayor importancia en la Argentina. En las últimas tres campañas, nuestro país produjo en promedio 14 millones de toneladas año, representando el 2,1% de la producción mundial. Entre 4 y 5 millones de toneladas de grano se destinan al consumo interno para panificación, representando el 30% de la producción anual; el resto de la producción se divide entre lo que es exportado y las semillas guardadas que son aproximadamente 500.000 toneladas. El mercado de trigo es atomizado en producción, consumo y exportación, siendo Argentina un exportador relativamente importante, pero a precios bajos (Negri, 2007). El período de siembra es en otoño-invierno, utilizándose variedades de hábitos invernales y primaverales. Su ciclo oscila entre 130 y 210 días, según variedad y época de siembra. Se siembra en una extensa región, subdividida en las 7 subregiones ecológicas (Mapa 1).

Mapa 1. Subregiones ecológicas.



*Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. Instituto Nacional de Tecnología. El cultivo del trigo (Colección Principales cultivos de la Argentina agropecuaria), 1981.*

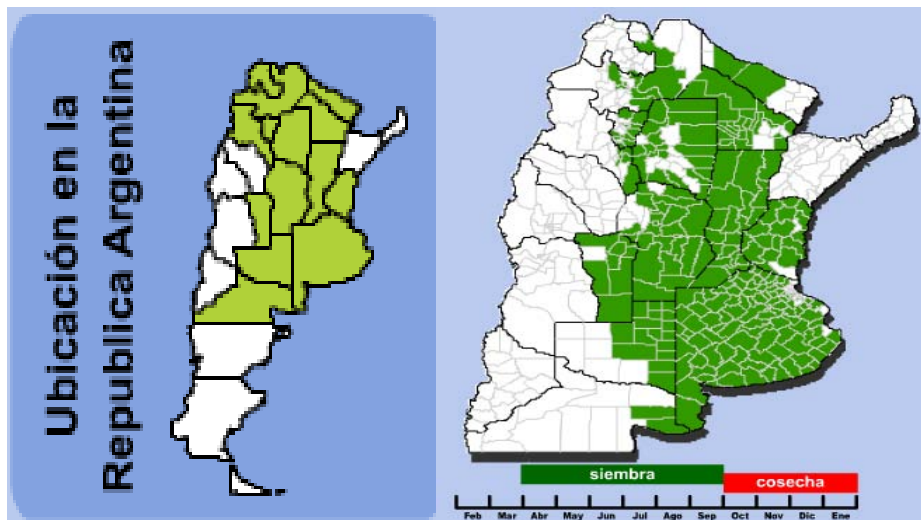
La división de la región triguera argentina en subregiones ecológicas se basa, principalmente, en características del medio, tales como suelo y clima. Por ende, cada una de las subregiones comprende áreas con características semejantes. Es de destacar que la distribución del cultivo no es uniforme en toda la región triguera. La siembra se concentra en las subregiones V-sur, II-norte, IV y II-sur.

Según la SAGyP, la provincia de Buenos Aires produce el 58,7% del total, Santa Fe un 14,5%, Córdoba el 13,7%, La Pampa el 4,7%, Entre Ríos el 3,9%, mientras que el resto del país tan solo un 4,4% (Gráfico 1).

Para detallar con más profundidad este cultivo, deben considerarse en la región triguera 4 grandes zonas de concentración que se denominan (Mapa 2):

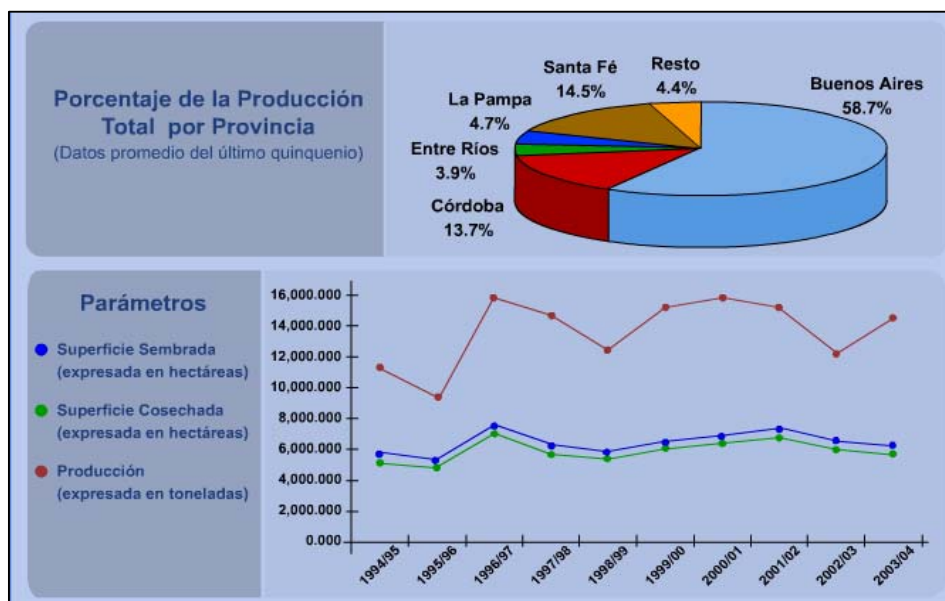
- Zona central norte: abarca el centro-sur de Santa Fe, este de Córdoba y norte de Buenos Aires.
- Zona oeste: comprende el sur de Córdoba, este de La Pampa, oeste de Buenos Aires sobre el límite con La Pampa, sur de Buenos Aires.
- Zona sudeste: queda comprendida en esta zona la región atlántica del sudeste de Buenos Aires.
- Zona mesopotámica: comprende a una región núcleo aislado de la provincia de Entre Ríos.

Mapa 2. Dispersión geográfica del trigo en Argentina



Fuente: Dirección de coordinación de delegaciones. Estimaciones agrícolas. CNA, 2002. SAGPyA:  
<http://www.minagri.gob.ar/>

**Gráfico 1. Porcentaje de la producción total de trigo por provincia**



Fuente: Dirección de coordinación de delegaciones. Estimaciones agrícolas. CNA, 2002. SAGPyA: <http://www.minagri.gob.ar/>

“La capacidad de liberar nutrientes para los cultivos que tenían los suelos del sudeste bonaerense, disminuyó en los últimos años y se ha incrementado el rendimiento de los mismos. Los trigos que tenemos hoy en día, tienen una expectativa de rendimiento superior a la que teníamos 10 ó 15 años atrás. En efecto, se combina una baja oferta por parte del suelo y una alta demanda por parte del cultivo”. (Echeverría, 2007).

En la región triguera argentina los nutrientes deficientes generalmente son el nitrógeno (N) y el fósforo (P), aunque el azufre (S) se ha revelado como escaso últimamente en la parte norte de la región pampeana. Los suelos de esta región se encuentran naturalmente provistos de otros nutrientes, como potasio (K), calcio, magnesio (Mg) y micronutrientes sin embargo, el nivel de los mismos es evaluado según el territorio específico y el cultivo a realizar, ya que con la intensificación de la agricultura han disminuido en relación a otros tiempos. (García, 2009)

Tanto el trigo, como la cebada (*Hordeum vulgare*), son cultivos altamente demandantes en N y P, motivo por el cual se debe recurrir permanentemente a la fertilización para suplir las necesidades de estos nutrientes. La tecnología de fertilización nitrogenada debe contemplar tres factores que responden a demandas consistentes:

- rentabilidad
- calidad del producto
- relaciones con el ambiente.

Estos factores no son independientes y tienen resultados diversos, según el período del que se trate. Es necesario incorporar el criterio de "costo ambiental" de cada práctica y una visión a mediano y largo plazo de los efectos buscados (Loewy, 2005).

Para cubrir los requerimientos de alto rendimiento y alta calidad del grano de trigo, una sola aplicación de nitrógeno, en un solo momento del cultivo, difícilmente sea lo correcto. Lo ideal es hacer aplicaciones complementarias en estados mucho más



avanzados, desde hoja bandera hasta inclusive aplicación de espigas, y en ese momento hacer aplicaciones de nitrógeno bajo la forma de urea en forma foliar. Es una manera muy eficiente para asegurar un alto contenido de proteína en trigo (Echeverría, 2007), es decir, buenas condiciones de calidad panadera de los granos de trigo y adecuados niveles proteicos, demandados por las malterías, en los granos de cebada.

Otro nutriente en el cual el productor tiene que pensar es el azufre (S), sobre todo si está trabajando en un lote con una extensa historia agrícola. En el caso del trigo y la cebada, el rendimiento es función del producto del número de espigas por unidad de área (ha o m<sup>2</sup>), el número de granos por espigas y el peso de los granos. La definición de estos componentes del rendimiento es secuencial siguiendo el desarrollo del cultivo y la demanda de nitrógeno varía a lo largo de la misma.

Es necesario notar, que para maximizar la eficiencia del fertilizante nitrogenado debe sincronizarse la disponibilidad del N aplicado con la demanda del cultivo. Esta sincronización implica distintos momentos de aplicación, desde aquellos más tempranos, cuando el horizonte de tiempo es más largo e incierto, hasta los momentos finales de definición de la calidad del grano, cuando se tiene bastante certeza del potencial de rinde del cultivo, del precio del grano, y por lo tanto las decisiones de fertilización son un tanto más seguras. Normalmente no hay gran relación entre el rendimiento y el peso de los granos, ya que esta característica está más bien determinada por la genética de la variedad. En cambio, hay una gran correlación entre el rendimiento y el número de granos/m<sup>2</sup>, es decir, el producto de la densidad de espigas por m<sup>2</sup> y el número de granos por espiga (Echeverría, 2007).

La fertilización se ha transformado paulatinamente en una de las prácticas de manejo más importantes para la obtención de elevados rendimientos. La inversión que demanda y, sobre todo, su potencial como herramienta para incrementar los rendimientos y la calidad, hacen que su manejo eficiente sea estratégico para alcanzar una adecuada rentabilidad en los cultivos de grano. Los nutrientes que mayor impacto han demostrado en la región pampeana argentina son nitrógeno, fósforo y azufre. Debido a la necesidad de sostener altas tasas de absorción en períodos relativamente breves de tiempo, solamente compatibles con la absorción por raíz, dichos nutrientes, habitualmente son aplicados al suelo. Sin embargo, la vía foliar es una forma práctica, rápida y eficiente de agregar nutrientes en momentos estratégicos del cultivo, con el objetivo de maximizar su eficiencia agronómica (kg de grano/kg de nutriente agregado), obtener un alto retorno económico al capital invertido o mejorar la calidad del producto cosechado. Los requerimientos nutricionales de los cultivos pueden observarse en el Cuadro 1, donde se ha tomado como referencia los valores vinculados al trigo específicamente. Se puede observar que los de P y S son similares, y los de N son entre 6-7 veces superiores. En este sentido, la aplicación de N por vía foliar entre los estadios Zadoks 39 a Zadoks 65 de trigo (Zadoks, 1974), ha demostrado una gran potencialidad para incrementar el contenido de proteína, y en algunos casos el rendimiento, en diferentes sitios de la región pampeana (Ferraris, 2006). La fertilización foliar es una práctica fácil, rápida y segura para realizar una fertilización suplementaria con efectos sobre el porcentaje de proteína. El problema de esta técnica es la escasa cantidad de N que es posible aplicar aún mojando completamente el cultivo. Existen varios productos diseñados para tal efecto, y se basan en general en urea re-cristalizada sin biuret. Es posible lograr efectos similares

con urea común, pero con riesgos de fitotoxicidad por el biuret (no debe ser superior a 0,05%).

**Cuadro 1. Requerimientos nutricionales, extracción e índice de cosecha de nutriente para el trigo**

Nutriente	Requerimiento (kg ton <sup>-1</sup> )	Índice de cosecha	Extracción (kg ton <sup>-1</sup> )
Nitrógeno	25-30	0.70	20
Fósforo	4-5	0.80	3.5
Azufre	3-4	0.35	1.2

*Fuente: Elaboración propia en base a documento García y Berardo, 2005*

Una larga discusión en nuestro país se desarrolla alrededor de si el destino del trigo argentino debe asimilarse a los de aquellos países que producen grandes cantidades excedentarias, vendiéndolas a una calidad uniforme y multipropósito, explotando las ventajas de la cantidad a expensas de la calidad, o bien avanzar en un proceso de segregación de forma de separar los trigos panificables, de los correctores y los blandos, más aptos para la industrialización. El criterio utilizado para agrupar las variedades en cada clase o grupo se basa en un parámetro llamado *índice de calidad*, calculado en base a la información de peso hectolítrico, proteína, rendimiento de harina, cenizas en harina, gluten húmedo, W (alveograma), tiempo de estabilidad (farinograma), y volumen de pan experimental, cada uno multiplicado por un factor de acuerdo a su importancia relativa. (Melgar, 2006). Esta información es proporcionada por los criaderos obtentores de variedades, la red de ensayos territoriales que se lleva a cabo en más de 20 localidades de la región triguera, y los laboratorios oficiales de INTA en Marcos Juárez y Barrow.

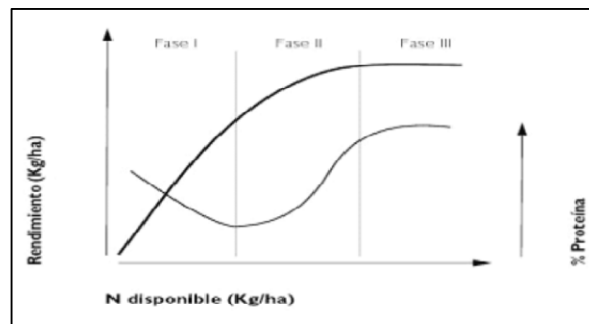
Las variedades pertenecientes a un mismo grupo muestran valores dentro de un mismo rango para los parámetros considerados. Así, los trigos del Grupo 1 son genéticamente fuertes, de alta tenacidad de las masas, demandados por las grandes panificadoras industriales (pan de molde) por ser correctores de trigos de inferior calidad con los que normalmente son mezclados; los del Grupo 2 son también de alta calidad panadera sin llegar a ser correctores, aptos para el sistema de panificación manual tradicional de nuestro país ya que toleran fermentaciones largas (de 8 a 16 horas); y los del Grupo 3 son trigos de alto potencial de producción, pero de calidad panadera deficitaria, adecuada sólo para panificación por métodos directos, que utilizan tiempos de fermentación cortos (menos de 6-8 horas).

En los últimos años algunas compañías líderes introdujeron en sus programas de mejoramiento genético materiales mucho más productivos, y por ende más exigentes en fertilizantes, lo que para el productor significó un quiebre en el potencial productivo en las variedades disponibles. Esta nueva genética, principalmente del grupo 3 ó de panificación directa, avanzó hacia aquellas regiones con mayor potencial productivo, con predominancia del área sembrada en la región del sudeste de Buenos Aires, que tiene más horas de luz en el periodo de llenado de granos, y condujo a varios records de producción unitaria. Hoy son comunes rendimientos en lotes de más de 7 toneladas por hectárea y normalmente rindes de 1 ton/ha más sobre las variedades tradicionales, compensando el mayor costo de fertilizantes y fungicidas.

No obstante dicho proceso de adopción ha sido criticado por afectar la calidad del trigo en su conjunto, en particular los porcentajes de proteína. Es conocido que es práctica común de los cerealistas, acopiadores y productores mezclar materiales de baja calidad con los de alta para aproximarse al estándar y evitar el castigo en los precios. El proceso resultante llevó inclusive a quejas de importadores y molineros sobre la disminución de la calidad del trigo.

La realidad es que existe una relación general entre productividad y calidad, que lleva a un fenómeno de dilución del N aplicado en una mayor biomasa, y consecuentemente el mayor rendimiento se logra a expensas de la calidad (Gráfico 2). De todos modos, ello no implica ser determinante en absoluto, ya que es posible perfectamente por el manejo obtener buenos rendimientos y buen nivel de proteína ya sea con variedades del grupo 3 ó de otros orígenes. Obtener buenos rendimientos y buena calidad puede llevarse a cabo, pero también es probable obtener buena calidad y bajos rendimientos. En estos casos, el premio por mayor calidad no compensa el menor beneficio de bajos rendimientos.

**Gráfico 2.**  
**Relación entre rendimiento y porcentaje de proteínas según disponibilidad de nitrógeno en el suelo.**



*Fuente: Stone and Savin, 1999. Grain quality and its physiological determinants.*

La fuerza panadera o W del alveograma es el parámetro que mejor define la calidad industrial de un trigo. Durante la fermentación por las levaduras, la harina produce gases que son retenidos en la masa. La fuerza y la retención de estos gases están dadas para la elasticidad y tenacidad de la masa, valores que están relacionados y en equilibrio. Estas cualidades dependen de la cantidad y calidad de las proteínas que conforman el gluten. Por ello, tanto el porcentaje de proteína como el de gluten están íntimamente relacionados con el valor W, pero este es un valor de clasificación para panificación, el trigo admite además otros usos, como galletitas que interesa la elasticidad de la masa, o confitería, donde no interesa que la masa se estire sino que quede densa. Algunas variedades, en particular las de panificación tradicional, presentan una mejor relación entre el valor W y los contenidos de proteína y gluten, por lo tanto responden mejor que otras como las de panificación directa, al manejo de N para el aumento de la calidad. Por esta razón es indispensable elegir las variedades más apropiadas para encarar una estrategia de mejora de la calidad. Esta asociación de algunas variedades con la calidad, reconoce que no todas las variedades tienen la misma calidad o responden de la misma manera ante un manejo determinado del programa de fertilización. (Cuniberti, 2006)

Es importante destacar que en el logro de una calidad superior está implícita la segregación, almacenar por separado y no mezclar calidades superiores con trigos inferiores. Debe existir por lo tanto una infraestructura mínima de capacidad de almacenaje en origen y una logística que facilite la manipulación de diferentes calidades. Un proceso de segregación implica realizar rutinariamente muestreos y análisis de proteína, gluten, lote por lote, con hasta dos semanas de antelación a la cosecha.

En el almacenaje de trigo en la Argentina ha prevalecido siempre el concepto de mezcla y de pérdida de identidad, aunque es necesario destacar que en los últimos años, se ha iniciado un proceso de diferenciación encarado principalmente por la industria molinera, que necesita trigos diferenciados para poder satisfacer la demanda de clientes que requieren harina para productos específicos. De esta forma, se produjeron importantes transformaciones en la comercialización interna del trigo y en estos momentos, junto a las tradicionales cotizaciones de las pizarras, conviven precios de negocios que reflejan las necesidades de abastecimiento de los industriales molineros, en función de las características de los trigos que desean y necesitan adquirir. Paralelamente, la generalización del almacenaje en silos bolsa ha brindado una nueva alternativa de segregación de trigos en origen, facilitando la segregación del cereal principalmente en el campo o en las plantas de acopio. Si bien no existen estadísticas precisas al respecto, se estima que el volumen almacenado en la última campaña en silo bolsa, resultó de aproximadamente 20 a 24 millones de toneladas, considerando el total de los granos cosechados. La gran cantidad de molinos harineros existentes, su distribución geográfica y los distintos segmentos de demanda que atienden, determinan que resulte difícil establecer un patrón de conducta común entre los molineros. Establecimientos considerados pequeños en función del volumen industrializado anualmente, pueden estar muy especializados y concentrar sus ventas a clientes de tipo industrial, de altos requerimientos en relación a las características de los trigos con que se fabrica la harina. Estos conviven con firmas molineras grandes con varias plantas industriales, que si bien destinan un volumen de su producción a abastecer a las panaderías tradicionales, también venden en el mercado harinas especiales.

Existe, por lo tanto, una enorme gama de combinaciones posibles que implicaN que los molinos procuren adecuar sus compras en función del segmento de su demanda. También las características que presente la campaña triguera podría tener influencia en la política de compras de los industriales molineros. El volumen disponible de trigo en el mercado, así como también la calidad industrial general de la campaña pueden determinar conductas diferentes a lo largo de los años. Con altos niveles de cosecha, la abundancia inicial de oferta podría determinar que conseguir trigos diferenciados resulte más sencillo, situación que podría también inferirse en campañas de calidad media/alta. Por el contrario, escasos niveles de oferta y calidad media/baja implicarían un mayor esfuerzo para conseguir la materia prima más adecuada, lo que debería traducirse en mejores oportunidades para conseguir precios más altos.

## 1.2 Cebada cervecera en Argentina

La cebada es un cultivo de gran difusión en el mundo, ya que ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada, luego del trigo, maíz y arroz.

Las malterías industrializan entre el 10% y el 15% de la producción.

A fines del siglo 19 se cita la cebada por primera vez en la estadística de exportación de nuestro país con 2 toneladas. En aquella época se las mencionaba como cebadas, es decir, sin especificar si eran forrajeras o cerveceras. Hace pocos años que en las estadísticas de producción se comienza a especificar los dos tipos de cebada por separado, tanto por exigencia de los compradores, como por fijarse precio diferencial entre ellas, por lo cual se estima que es un cultivo relativamente nuevo en nuestro territorio.

La producción de cebada cervecera en Argentina creció alrededor de un 50% en los últimos diez años. El récord de producción se registró en 1997 con 921.000 toneladas. El promedio en los últimos diez años, según la SAGPyA, fue de 514.400 toneladas y muestra una tendencia ascendente. La industria maltera satisface las necesidades del mercado interno y genera divisas a través de las exportaciones, las cuales alcanzaron en el año 2000 un volumen de 282.742 toneladas de malta y 200.000 toneladas de grano de cebada. El cultivo de cebada cervecera presenta una alta integración vertical con la industria maltera. El área sembrada, al igual que las variedades que la integran, se encuentran reguladas por las malterías a través de contratos de siembra que se ajustan a sus requerimientos de cantidad y calidad de grano. De esta manera, las malterías, a través de la elección de variedades de cebada cervecera y de tecnologías de manejo del cultivo, procuran cumplir con las necesidades de calidad de malta que demanda la industria cervecera moderna (Tomasso, 2005).

En el país existen 4 zonas principales de producción de cebada cervecera (Mapa 3): las 3 más importantes están en la provincia de Buenos Aires, donde se produce el 93% del total, dentro del cual el 40% (300.000 t) pertenece al sudeste bonaerense, siendo el más importante de la producción; al sudoeste le corresponde alrededor del 20% (150.000 t); mientras que a la zona central un 30% aproximadamente (más de 225.000 t). La Pampa produce un 5% (40.000 t). Por último, la zona ubicada en el oeste de Santa Fe y este de Córdoba produce alrededor de un 2%, destinando gran parte para la alimentación de cerdos. Tanto en el centro de Buenos Aires como en Santa Fe y Córdoba se utiliza este cultivo porque permite cosechar 15 días antes que el trigo y sembrar soja de segunda más temprano (Gráfico 3).

Algunas características de esta especie son:

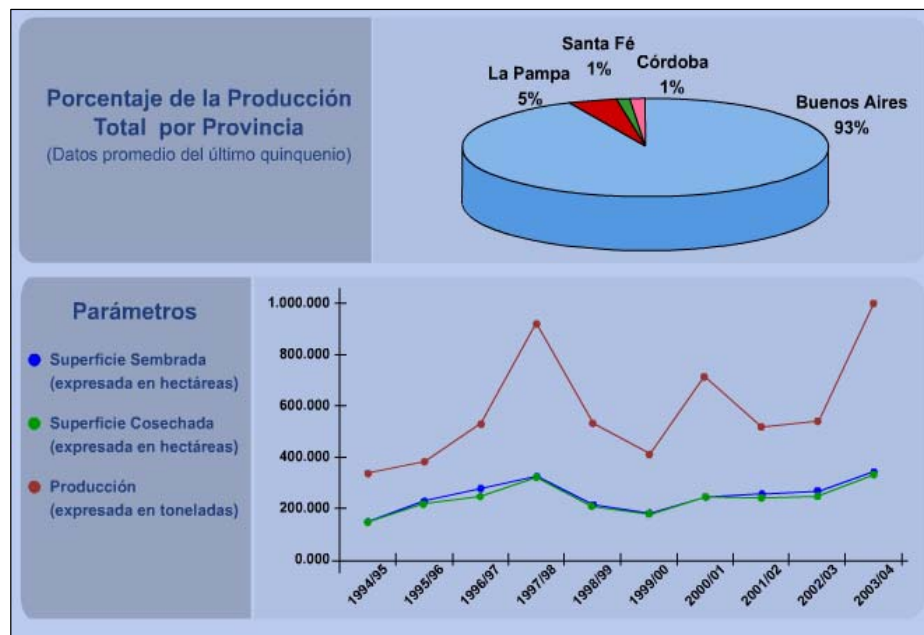
- Temprana liberación de lotes para la siembra de cultivos de segunda;
- obtención de rendimientos elevados;
- desarrollo de mejores condiciones de comercialización.

Esto ha alentado a numerosos productores a introducir su siembra o a aumentar la superficie cultivada en caso de que ya lo hicieran. La cebada, al introducir una nueva especie de invierno, complementaria de las demás especies cultivadas, aporta al sistema productivo residuos y cobertura, constituyéndose en una herramienta para la intensificación y diversificación de cultivos. La cebada producida en nuestro país

tiene como destino casi exclusivo la elaboración de malta. Para ser destinada a este fin, se prefiere que el contenido proteico del grano de cebada sea mayor a 10% y menor a 12%, y un tamaño de granos grande. Durante la comercialización, las partidas de cereal que no cumplen con este requisito reciben importantes descuentos en el precio. La variedad Scarlett es uno de los más difundidos en el país y en el mundo. Al igual que otras variedades, como Quilmes Ayelén, tiene un muy alto potencial de rendimiento, pero suele presentar concentraciones de proteínas excesivamente bajas. La introducción de este perfil de variedades ha significado un verdadero cambio en el sistema de cultivo, modificando la percepción y la tecnología aplicada al mismo (Ferraris et al., 2008).

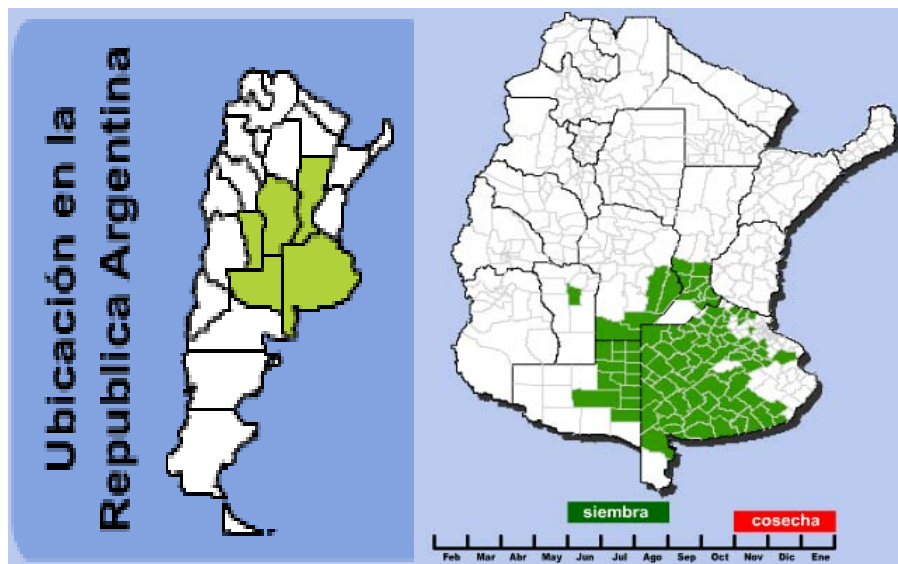
Hasta hace algunos años se aconsejaba evitar sembrar cebada sobre suelos de alta fertilidad para no elevar el nivel de proteína en el grano, ya que esto es indeseable para la industria cervecera porque incide negativamente sobre la calidad del producto final, y llevaba a que muchos lotes de cebada fueran rechazados por la industria. Actualmente, el problema es la falta de fertilidad de los suelos, el cual es un factor limitante de mayores rendimientos y además, porque un porcentaje cada vez más elevado de partidas de cebada muestra valores de proteína sumamente bajos, que se traducen en un problema de difícil resolución para el sector industrial cervecero (Tomasso, 2005).

**Gráfico 3. Porcentaje de la producción total de cebada por provincia**



Fuente: Dirección de coordinación de delegaciones. Estimaciones agrícolas. CNA, 2002. SAGPyA: <http://www.minagri.gob.ar/>

Mapa 3. Dispersión geográfica de la cebada en Argentina



Fuente: Dirección de coordinación de delegaciones. Estimaciones agrícolas. CNA, 2002. SAGPyA: <http://www.minagri.gob.ar/>

En la mayoría de las áreas o zonas de producción se utiliza en buena proporción la práctica de fertilización química con fosfato diamónico a la siembra y de urea en macollaje, debido a que permite elevar los rendimientos considerablemente. El control de malezas es una práctica generalizada y no presenta mayores inconvenientes, exceptuando aquellos lotes infestados con avena fatua. En este caso, es necesario recurrir a la utilización de herbicidas gramínicos selectivos. En nuestro país, la siembra y comercialización de cebada cervecera se hacen a través de cooperativas, acopiadores y aun por las mismas malterías. Las mismas distribuyen las semillas de los cultivares que desean producir en cada zona, y la compra se realiza bajo exigentes condiciones de calidad del grano establecidas en un contrato. De allí que, como consecuencia de esto, el productor se ha ido especializando y cuida de obtener un producto dentro de los parámetros establecidos. El mejoramiento genético, involucra la obtención de cultivares de alto potencial de rendimiento para que sea competitivo con el trigo; buena calidad comercial del grano, es decir, que el mismo sea uniforme; buen tamaño, calidad maltera y sanidad para que las enfermedades no afecten su rendimiento y calidad. En los últimos años se lograron importantes avances en Argentina en casi todos estos aspectos nombrados anteriormente, menos en resistencia a enfermedades, quizá porque no ha sido un factor importante que afectara considerablemente los rendimientos y la calidad de la cebada.

Algunas enfermedades se han transformado en un serio problema, sobre todo las que hasta hace menos de 5 años nunca habían tenido incidencia sobre los rendimientos y la calidad comercial e industrial de los granos. Las que se han presentado más asiduamente son la *roya de la hoja* (*Puccinia hordei*), *mancha en red* (*Drehslera teres*), y *roya del tallo* (*Puccinia graminis hordei*). Todos los cultivares comerciales actuales son susceptibles a estas enfermedades, pero en el campo no se habían observado ataques que pudieran afectar el rendimiento y la calidad del grano. Sin

embargo, hace unos 5 años aproximadamente, se comenzaron a ver daños importantes sobre algunas variedades de mayor difusión como la *Scarlett*, especialmente por *mancha en red* y *roya de la hoja* (Tomasso, 2005).

Se mejoraron notablemente el índice de cosecha y la resistencia al vuelco que permite actualmente fertilizar con buenos niveles sin que esto suceda. Con nuevo germoplasma, originado a partir de cruzamientos de variedades argentinas con variedades europeas y norteamericanas, se logró obtener en ensayos comparativos, a través de la selección de líneas puras experimentales, rendimientos que superan los 7000 kg/ha, hecho impensable hasta años atrás. El desafío es combinar este alto potencial con alta calidad maltera y cervecera. También se pudo alcanzar mayor estabilidad en el contenido de proteína en el grano, de manera que se puedan permitir dosis más altas de fertilizantes que incrementen los rindes y no excedan la tolerancia máxima de recibo, la cual equivale al 13%. Uno de los principales parámetros de calidad comercial del grano es su uniformidad y su tamaño. Este parámetro se mide al pasar por zarandas de diferentes calibres, así se considera de primera calidad el porcentaje de granos que queda retenido por la zarande de 2,5 mm, de segunda calidad los granos que quedan retenidos en la zarande de 2,2 mm y, finalmente, al no retenido o descarte que pasa a través de esta última zaranda. El estándar oficial exige que el porcentaje de primera sea superior al 85% y el descarte sea menos del 3%. Con respecto a la capacidad germinativa, la tolerancia de recibo es de 95% como mínimo.

### **1.3 Nitrógeno (N)**

Las decisiones de la fertilización con N son cruciales para obtener los máximos resultados económicos. El exceso de N produce plantas que pueden ser susceptibles al vuelco y a enfermedades que disminuirán el rendimiento y aumentarán el costo de fertilización y cosecha. Por el contrario, una deficiente disponibilidad de N reducirá el margen en relación a un cultivo bien fertilizado. La dosis y el momento de la fertilización nitrogenada son las mejores herramientas para producir un alto rinde por hectárea. El N afecta a los 3 componentes del rendimiento: espigas por hectáreas, granos por espiga y peso de grano. También afecta al porcentaje de proteína, que es un importante componente de la calidad. El objetivo de densidad de espigas por m<sup>2</sup> según la zona debería establecerse alrededor de obtener una densidad de espigas entre 500 y 600, con 25 a 35 granos por espiga.

Durante los primeros estadios, la absorción de N es muy baja y aumenta sensiblemente al finalizar el macollaje. Sin embargo, es común que al evaluar el N disponible en el suelo en el momento de la siembra se juzgue como finalizado el proceso de generar una recomendación de dosis del mismo. Ello puede ser en algunas situaciones, pero si el período y volumen de lluvias es intenso, es posible que el N sea lavado fuera del perfil. Las condiciones hídricas subsecuentes pueden ser deficientes y resultar un rendimiento menor al promedio resultando en una sobrefertilización. No es posible tampoco estimar por esta vía cuánto del N se mineralizará para contribuir a las necesidades durante el llenado de granos, ya que dependerá de las condiciones de humedad y temperatura del suelo durante este proceso. Por esta razón, una única decisión de dosis a la siembra puede resultar en un exceso o un defecto de N aplicado, que traiga consecuencias negativas sobre el resultado.



La partición de la dosis, aun cuando no haya una definición clara sobre la dosis total, es la base de un manejo eficiente y destinado a lograr el máximo rinde económico y de calidad superior. Por esa razón, la decisión más difícil ronda en la cantidad a aplicarse tanto en la siembra, en la presiembra, y previo a la elongación del tallo. La guía que brinda el balance es un buen punto de partida, pudiendo decidirse aplicar una cantidad a la siembra entre el 30% y el 70% del total estimado por el balance, variando la fracción según el grado de aversión al riesgo, o a otros factores subjetivos. La aplicación posterior dependerá de las condiciones operativas y de la fuente disponible. (Melgar, 2006)

Por razones logísticas algunos productores deciden realizar una única aplicación. Las eficiencias de aplicaciones a la siembra o durante el macollaje no se han encontrado muy diferentes; siendo, por lo tanto, indistinto el momento si se ha decidido por una única aplicación. Dividir las aplicaciones produce muchas veces rendimientos superiores a una única aplicación, por eso son recomendadas para cuando se desee la obtención de altos rendimientos, que exigen dosis más elevadas. No obstante, es cierto que a veces el aumento marginal no es suficiente para compensar el costo de aplicación. El uso de fertilizantes líquidos usando grandes aplicadores y huellas pre-diseñadas es especialmente muy eficiente operativamente, ya que permite cubrir una amplia superficie en poco tiempo sin dañar demasiado el cultivo por pisoteo y sin pérdidas apreciables por volatilización.

#### **1.4 Fósforo (P)**

El fósforo es esencial para: un buen desarrollo radical, lograr una espigazón temprana y uniforme, y un rápido llenado de grano y madurez temprana. Adelantos en la cosecha implican siembras tempranas de soja de segunda, que aumentan el potencial de rinde y mejoran la performance del doble cultivo. La aplicación de P se debe decidir sobre la base del análisis de suelo, exigiéndose cantidades variables por debajo de 15 ppm (Bray 1), crecientes a medida que el valor disminuye y el rendimiento esperado aumenta. También, a medida que el rendimiento crece, se incrementa la extracción. Como el 80% del P absorbido se encuentra en el grano, la cantidad que se remueve con la cosecha es mayor. Altos niveles de P son difíciles de conseguir si éstos han caído mucho. Una vez que dichos niveles se alcanzan, las aplicaciones pueden omitirse, pero el nivel de P medido por análisis no debe disminuir, exigiendo, por lo tanto, un monitoreo periódico de los niveles de P disponible.

#### **1.5 Azufre (S)**

El azufre es esencial para lograr rendimientos; en particular proteínas de calidad panadera. Las regiones más deficientes de azufre coinciden con las de soja de segunda, ya que ambos cultivos son ampliamente extractivos. La práctica usual determina que tanto el P como el S pueden aplicarse en una única vez al trigo, en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de la secuencia. Normalmente, entre 10 a 15 kg/ha de S son suficientes para cubrir estas exigencias. Si bien se está investigando exhaustivamente, no hay métodos de diagnóstico adecuados, siendo suficientes, en general, pruebas previas y el buen criterio del productor y asesor. (Melgar, 2006)

Una de las características de la época actual es la escasez de alimentos, acompañada por un alto precio de los mismos. El mundo demanda alimentos en cantidad y con calidad diferenciada. A su vez, hay un incremento en Argentina de las exigencias de compradores sobre trigo y cebada, bonificando por calidad. No siempre se logra cumplir con estos requisitos, debido a que los niveles de calidad son diferentes a través de los años, como consecuencia de variables climáticas y diferentes factores de manejo, como la nutrición del cultivo, que determina rendimiento y calidad. La fertilización nitrogenada entre siembra y macollaje, incrementa el rendimiento, pero no siempre eleva proteína. Existen trabajos indicando que la fertilización foliar cercana a antesis aumenta los niveles de proteína en grano (Quatrocchio, 2002).

Hay una creciente tendencia a reemplazar variedades de trigo de calidad por otras de alto potencial de rendimiento. Estas decisiones repercuten negativamente sobre el porcentaje de proteína y sobre la calidad de las harinas. Los molinos, en más de una oportunidad, no pueden satisfacer sus demandas de calidad y se ven obligados a incluir variedades de menores aptitudes panaderas. Por lo tanto, altos rendimientos sumados a la posibilidad de mantener la concentración de proteína en niveles adecuados, permitiría obtener bonificaciones por calidad. El manejo de la fertilización nitrogenada maximizará los rendimientos y los parámetros relacionados con la calidad panadera de las harinas en trigo y contenido proteico en cebada.

En el momento que se realizó este trabajo experimental, la campaña de trigo 2007/08 inició en un contexto internacional muy firme de precios, con la relación stocks/consumo más baja de la historia (por debajo del 20%). Sin embargo, el mercado local está caracterizado por la gran incertidumbre generada por la intervención gubernamental, con un subsidio que hace dudar al productor en cuanto a su efectivización. (Tecnoagro, 2007)

El precio del trigo argentino no refleja la realidad de nuestra baja clasificación y consistencia. En momentos de cosecha, y fuera del Mercosur, la Argentina tiene que salir a vender al precio más bajo del mercado, compitiendo con los trigos blandos baratos, con las exportaciones de la Unión europea, y con las ofertas de trigo del Mar Negro. Estos precios indican la diversidad de compras por parte de la molinera internacional que debe satisfacer a una industria panificadora altamente automatizada. La Argentina tuvo que competir con dichos precios a la hora de vender trigo fuera del Mercosur, ya que los países de la ex URSS tuvieron muy buenas cosechas y salieron a exportar un volumen muy importante del mismo, a bajos precios. Esta característica afectará sin duda alguna el resultado final en cuanto al rendimiento obtenido.

Trigo (*Triticum aestivum* L.)



Cebada (*Hordeum vulgare*)



## 2. Hipótesis

La fertilización con nitrógeno podría ser una herramienta adecuada para elevar el contenido proteico del grano de trigo y cebada, en especial aplicada en etapas avanzadas del cultivo.

Lograr un mayor tenor de proteína en el cultivo, aumentará las ganancias por bonificaciones obtenidas en la comercialización, como resultado en el incremento de su calidad.

## 3. Objetivos

### 3.1 Objetivo general

Probar fertilizaciones foliares, tres diferentes, y una parcela testigo sin ninguna clase de fertilizante, buscando una estrategia para maximizar las ganancias por rendimiento y recibir bonificaciones por calidad.

### 3.2 Objetivos específicos

- Observar el comportamiento del contenido proteico en grano, frente a la aplicación de diferentes fertilizantes foliares.
- Evaluar rendimiento y concentración proteica, en respuesta a la aplicación de fertilizantes en el estado de anthesis completa.
- Medir el incremento de proteína, en respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares, en trigo que normalmente presenta bajos tenores proteicos (Baguette 21), y cebada (Scarlett).

## 4. Materiales y Métodos

### 4.1 Localización del experimento

El ensayo se desarrolló durante la campaña de trigo 2007/2008. La experiencia se realizó en la estancia “Las Cortaderas”, perteneciente a la empresa Estanar S.A., ubicada en el km 65 de la Ruta Nacional 88, localidad de Miramar, partido de General Alvarado del sudeste bonaerense (Mapa 4). Se sitúa en la subregión ecológica IV, correspondiente a la región triguera argentina antes descripta.

Mapa 4. Localización estancia “Las cortaderas”



Fuente: Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires

Esta zona se caracteriza por la escasez de lluvias en el período invernal y la presencia de tosca en vastos sectores de la región, que reduce la capacidad de almacenaje de agua de los suelos, junto con un inadecuado suministro de nitrógeno y fósforo; factores que habitualmente afectan los rendimientos del cultivo. Se escogió un lote con muy leves limitaciones edáficas. El suelo pertenece a la clase IIws, es moderadamente bien drenado y presenta tosca a más de 100 cm. de profundidad.

**Cuadro 2. Registro de heladas chacra experimental Miramar, 2007.**

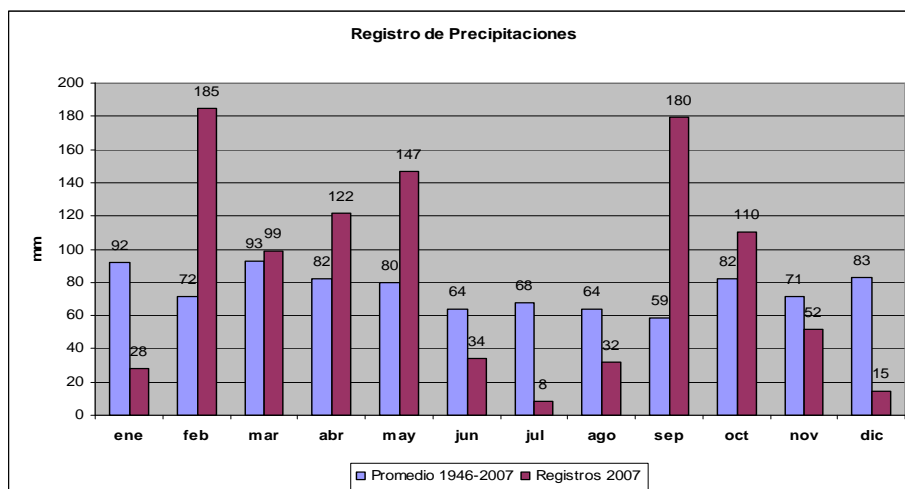
Mes	E	F	M	A	M	J
	0	0	0	0	8	18

J	A	S	O	N	D	Total
16	24	2	0	1	0	69

*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico 4. Registro de precipitaciones área costera sudeste bonaerense (Miramar)**



*Fuente: Elaboración propia*

## 4.2 Diseño experimental

La metodología empleada, fue la de micro parcelas de 7 surcos a 17,5 cm y 5 m de largo (6,125m<sup>2</sup>). El diseño experimental utilizado fue en bloques completos aleatorizados con 3 tratamientos diferentes y 1 parcela testigo sin ningún fertilizante, con 4 repeticiones (Cuadro 3); lo que permitió realizar Análisis de la Varianza con el paquete estadístico SAS.

**Cuadro 3. Tratamientos**

T1	T2	T3	T4	T2	T1	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T2	T1	T3	T4
T3	T4	T1	T2	T3	T4	T2	T1	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T2	T1
<b>Trigo B21</b>								<b>Cebada Scarlett</b>							

1. Testigo.
2. Foliarsol U (40 unidades de N).
3. Nitrophoska foliar polvo soluble (2 kilogramos) + Nutrimix (500 gramos).
4. Solmix (30 unidades de N y 15 unidades de S).

Los tratamientos fueron realizados en la etapa de crecimiento Z61, correspondiente a inicio de antesis, tanto para trigo como para cebada. Para ambos cultivos se utilizaron las siguientes dosis por parcela: Foliarsol U 110cm<sup>3</sup>, Nitrophoska + Nutrimix 1,25 grs.+0.3 g y Solmix 60 cm<sup>3</sup>.

#### 4.3 Preparación del terreno y siembra

Se realizaron dos ensayos bajo el sistema de siembra directa, correspondientes a cultivares de trigo de ciclo largo: Baguette 21 (B21) y cebada Scarlett respectivamente.

Los ensayos se sembraron en las siguientes fechas: trigo B21 el 7 de junio de 2007, y cebada Scarlett el 11 de julio de 2007. Se realizó un análisis de suelo previo a la siembra el día 14 de mayo de 2007, para decidir la dosis de fertilización a utilizar. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 4:

**Cuadro 4. Resultado análisis previo del suelo**

	Muestra/Prof.	Fosforo (P)		Nitratos (N-
		ppm	Mat. Org. %	NO3)ppm
<b>Estancia Las cortaderas</b>	0-20	14,3	6,4	5,6
	20-50			7,6
	0-20	20,4	6,6	6,9
	20-50			7,1

*Fuente: Elaboración propia*

La fertilización fosforada, en ambos ensayos, se aplicó a la siembra y se utilizó como fuente el Fosfato di amónico (18-46-00). La dosis utilizada fue de 80 kg/ha. La fertilización nitrogenada se realizó con la fuente urea (00-46-00), 180 kg/ha el día 31 de agosto de 2007, para los dos ensayos. La aplicación de los fertilizantes foliares correspondientes a los distintos tratamientos fueron aplicados con mochila en inicio de antesis, el día 6 de noviembre en cebada, y el día 12 de noviembre en trigo. En ambos ensayos, el 7 de septiembre de 2007 se aplicaron herbicidas para el control de malezas de hoja ancha; el día 31 de octubre se aplicó fungicida para el control de *roya*

*anaranjada y mancha amarilla en el caso del trigo, y control de mancha en red en cebada, con el agregado de Cipermetrina para controlar isoca militar.*

#### 4.4 Cronograma de tareas

##### Trigo B21

	7 jun. 07	31 ago. 07	7 sep. 07	31 oct. 07	6 nov. 07	31 dic. 07
Primera labor: Siembra de trigo	_____					
Segunda labor: Fertilización al voleo Urea		_____				
Tercer labor: Aplicación de herbicidas			_____			
Cuarto labor: Aplicación de funguicidas				_____		
Quinta labor: Aplicación fertilizante foliar					_____	
Sexta labor: Cosecha						_____

##### Cebada Scarlett

	11 jul. 07	31 ago. 07	7 sep. 07	31 oct. 07	6 nov. 07	21 dic. 07
Primera labor: Siembra de cebada	_____					
Segunda labor: Fertilización al voleo Urea		_____				
Tercer labor: Aplicación de herbicidas			_____			
Cuarto labor: Aplicación de funguicidas				_____		
Quinto labor: Aplicación fertilizante foliar					_____	
Sexta labor: Cosecha						_____

La cosecha se realizó de forma manual y se trilló con trilladora estacionaria. Se realizó la pesada de cada unidad experimental para determinar rendimiento, y se separó una alícuota de cada una para formar una muestra compuesta por tratamientos. Sobre las muestras de trigo se realizaron las siguientes determinaciones: proteína en grano, peso de mil granos, peso hectolítrico (PH), gluten y alveograma. Sobre las muestras de cebada se determinó peso hectolítrico, calibre y proteína. Se evaluó la variable *rendimiento* con el programa estadístico SAS System, el cual es utilizado para evaluar determinaciones hechas por la red de ensayos del CREA Mar y Sierras.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Efectos climáticos de la campaña 2007/2008

La estimación anticipada de la producción agrícola constituye una herramienta imprescindible para los sectores agrícolas de la economía de un país. Esta estimación depende tanto de factores relacionados con el medio ambiente, como de económicos, tecnológicos, políticos y sociales. Cada uno de dichos factores incide en la toma de decisiones, ocasionando modificaciones en los calendarios agrícolas de cada región. La variabilidad climática genera la mayor parte de las fluctuaciones interanuales en los rendimientos de cultivos anuales que representan una proporción importante de la alimentación básica de la humanidad. En este contexto, las variables relacionadas con la alteración en el régimen de las heladas, tales como las variaciones de las fechas de comienzo/fin y de las frecuencias, son de fundamental importancia en la programación del calendario agrícola (Fernández Long et al, 2004). Existen numerosos trabajos que caracterizan las heladas con datos observados para lugares específicos. Uno de ellos presentado en el *IX Congreso Argentino de Meteorología*, muestra un estudio donde se analizan las fechas de primera y última helada y duración del período con heladas, utilizando datos diarios observados de 37 estaciones de la región pampeana argentina en un período de 30 años (1964-1993). Dicho estudio resulta interesante como guía a tener en cuenta, ya que puede observarse que las fechas medias promedio de las diferentes zonas de la región pampeana, que oscilan entre el 20 de abril/19 de junio la primera, y el 10 de agosto/21 de octubre la última, con un adelanto de hasta 4 días en la región sur de la provincia de Buenos Aires. Tal es el caso de la localización de la estancia “Las Cortaderas”, sitio donde se realizó este trabajo.

Durante el mes de noviembre de 2007 se registraron bajas heladas que afectaron al cultivo de trigo y cebada en forma variable, de acuerdo a la intensidad de las mismas y el estado fenológico del lote (Cuadro 4). Además, el micro relieve particular de cada zona y la historia del lote condicionaron la intensidad de la helada; es decir, en los bajos y en sistemas de siembra directa la helada fue más intensa. En el sitio donde se realizaron los ensayos, se registraron temperaturas entre -2 y -3 grados durante la madrugada del 15 de noviembre de 2007. Por tratarse de una zona costera del sudeste bonaerense, la helada fue atenuada por el efecto regulador de la temperatura que ejerce el mar. No fue el caso de los campos ubicados en el centro y sudoeste de la provincia de Buenos Aires. El daño causado por la helada provocó una merma de 600 kg/ha y 1000 kg/ha de cebada en el lote donde se realizaron dichos ensayos. Los lotes de trigo y cebada, en su mayoría, se encontraban entre espigazón y comienzo de llenado de los granos durante la helada. Los lotes que se encontraban más retrasados

sufrieron menos el impacto, a diferencia de los que se encontraban en plena floración. Los ensayos fueron tratados con fungicidas debido a que las condiciones ambientales predispusieron la proliferación de enfermedades foliares en trigo y cebada. No hubo incidencia de fusariosis de la espiga. También recibieron tratamiento con insecticida como consecuencia de la presencia de isoca militar.

En la provincia de Buenos Aires, durante la siembra se registraron fríos intensos y heladas fuertes y continuas, determinando un desarrollo muy lento de las plántulas. Las lluvias registradas durante septiembre y octubre, resultaron muy beneficiosas para el cultivo, mejorando su estado; pero las heladas tardías ocurridas durante la primera quincena de noviembre complicaron algunos lotes que ya habían florecido y estaban en formación de granos, causando daños dispares, ya que en la región centro-sur de la provincia provocaron mermas importantes, llegando, en algunos casos, hasta la pérdida total de lotes. En general, no se produjeron problemas fitosanitarios significativos, sólo se observaron algunos focos de mancha amarilla y roya en lotes aislados, que fueron bien controlados y no generaron daños en los rindes.

## 5.2 Análisis realizados en el cultivo

### Trigo B21

T	PH	PMG	Proteína %	Humedad %	Gluten %	Alveograma		
						W	P	P/L
1	80,35	45,1	10,4	13,8	24,4	202	81	1,23
2	79,45	45,5	10,7	13,7	25,6	219	78	0,95
3	80,15	44,4	10,4	13,9	23,4	219	76	0,89
4	79,00	45,9	10,4	14,0	24,2	205	71	0,82

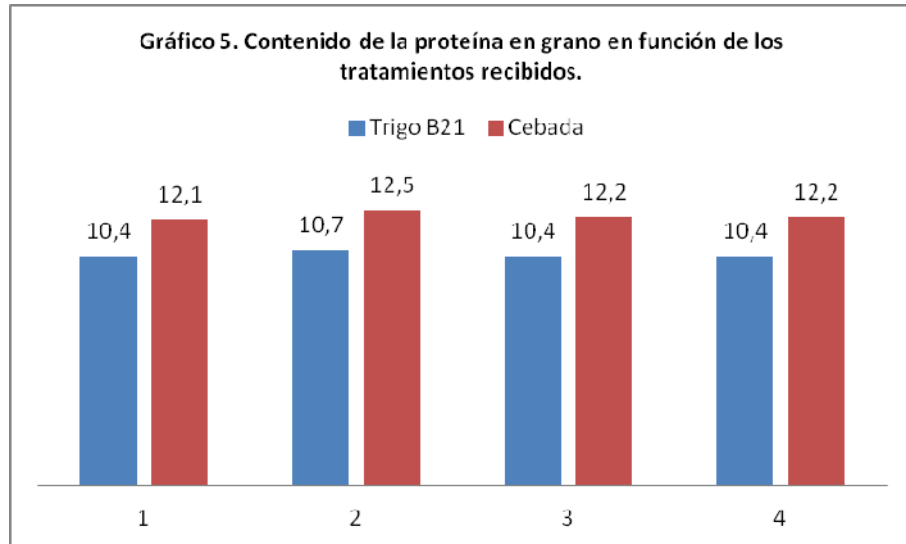
El nivel de proteína en todos los tratamientos del trigo B21 se mantuvo en el mismo porcentaje, aunque si bien en el tratamiento 2 aumentó apenas 0.3 puntos, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa, por lo que no representó un valor importante (Gráfico 5).

### Cebada Scarlett

T	PH	Calibre 1-2	Proteína %	Humedad %
1	62,35	96,04	12,1	12,4
2	60,90	96,20	12,5	12,3
3	63,00	96,22	12,2	12,2
4	61,10	96,68	11,2	12,3



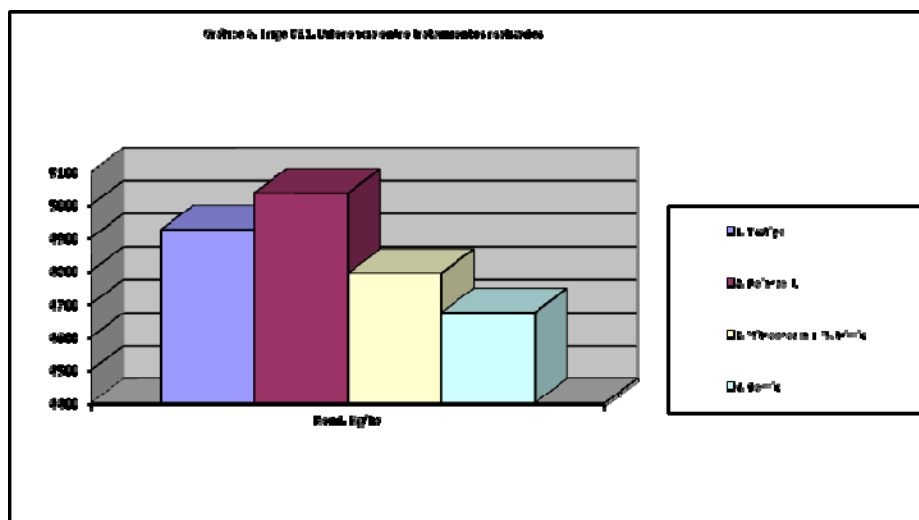
El nivel de proteína en todos los tratamientos de la cebada se mantuvo en el mismo porcentaje, aunque la mayor diferencia se vio reflejada entre el tratamiento 1 y el 4, donde hubo 0.9 puntos de disparidad. Los resultados pueden observarse en el Gráfico 5.



### 5.3 Diferencia de rendimiento entre tratamientos aplicados (kg/ha)

#### Trigo B21

Bloques	1 Testigo	2 Foliarsol U	3 Nitrophoska + Nutrimix	4 Solmix
<i>Promedio</i>	4925	5036	4793	4674

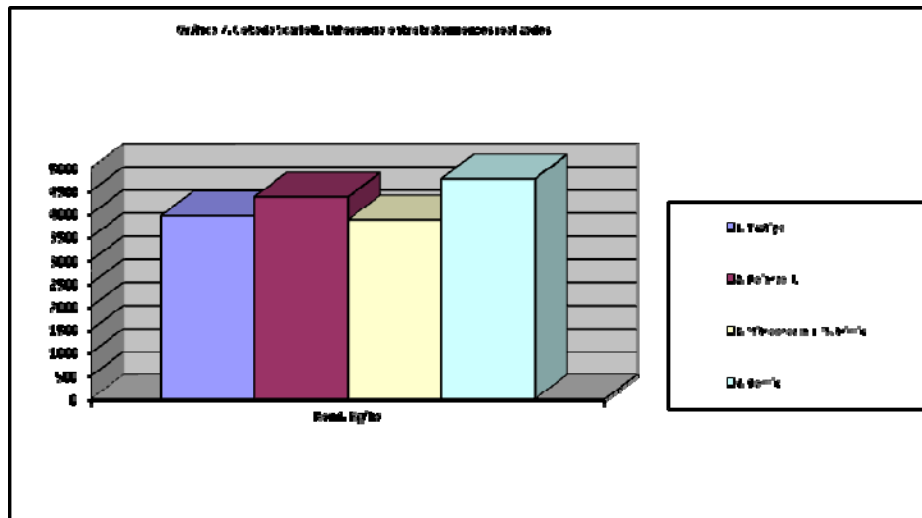


Analizando los resultados obtenidos para el caso del Trigo B21, el programa estadístico muestra que entre los valores finales ninguno presenta una diferencia significativa, ya que no es mayor a 486.22 (Least Significant Difference). Por lo cual no hubo un fertilizante que se destacara por sobre los demás. Puede deducirse que el efecto de la helada del 15 de noviembre fue un factor decisivo en la falta de respuesta de los tratamientos aplicados, ya que por la fecha de siembra, el cultivo se hallaba en una etapa de alta vulnerabilidad.

El tratamiento 2 se ubicó en primer lugar con una diferencia máxima de 361 respecto al tratamiento 4, por lo que se ve claramente que hubo una marcada paridad entre el total de los resultados.

### Cebada Scarlett

Bloques	1 Testigo	2 Foliarsol U	3 Nitrophoska + Nutrimix	4 Solmix
<i>Promedio</i>	<i>3964</i>	<i>4372</i>	<i>3878</i>	<i>4764</i>



En cuanto a los resultados obtenidos con la cebada Scarlett, el programa estadístico nos muestra que el tratamiento 4 se ubica por encima del resto. Sin embargo, la evaluación del sistema indica que no tiene diferencia significativa con el tratamiento 2. Asimismo, el tratamiento 1 no muestra diferencia con el tratamiento 2, pero sí con el 4. El tratamiento 3 no presenta diferencia con el 1, aunque es significativamente menor que el 4 y el 2. Finalmente, el valor significativo esperado en este caso es 479.32 (Least Significant Difference), superado por el tratamiento 4 respecto al 1 con 800, y en relación al tratamiento 3, con 885. Este resultado obtenido muestra que la variable climática, representada por la helada del mes de noviembre, no dañó totalmente el cultivo, dado que por su fecha de siembra los granos ya estaban formados.

## 6. Conclusiones

- Los resultados de la primera hipótesis planteada no pueden verificarse en los valores proteicos extraídos de la experiencia, ya que los mismos no son significativos, porque se especula que el factor climático pudo haber afectado los resultados.
- Las condiciones climáticas dañan el cultivo afectando el rendimiento y la calidad, dependiendo del momento en que se encuentre la fertilización implementada.
- Los tratamientos en trigo presentaron un tenor proteico elevado, debido a la disminución en el rendimiento provocado por la helada; pero la fertilización foliar no modificó el rendimiento ni el tenor proteico de los granos por sí misma.
- En el ensayo de cebada hubo un aumento en el rendimiento con los dos tratamientos de fertilización que tuvieron una dosis más alta de N y no se modificó el porcentaje de proteína, probablemente por la resistencia genética de la variedad a elevarlos.
- Las variedades que se encontraban en plena etapa de floración al momento de la helada caída el 15 de noviembre tuvieron importantes mermas de rendimiento. La baja temperatura produjo la muerte de flores que posteriormente se deberían haber fecundado y generado granos. En consecuencia hubo un menor número de granos por espigas produciendo como resultado una alteración en la relación fuente-destino. Por tal motivo, la cantidad de N absorbido durante el ciclo del cultivo cubrió la proteína de los granos que sí completaron su desarrollo, no habiendo diferencia marcada entre los tratamientos.

## 7. Anexos

### 7.1 Anexo I. Programa estadístico SAS System.

#### 7.1.1 Resultados Trigo B21

```

Data  BAG21;input  BLOQUE TRATAMIENTO RTO;cards;

1      1      5892
2      1      4315
3      1      4394
4      1      5099
1      2      5933
2      2      4504
3      2      4828
4      2      4880
1      3      5228
2      3      4303
3      3      5073
4      3      4569
1      4      5227
2      4      4294
3      4      4891
4      4      4287
;

OPTION LS = 80 PS = 64;
PROC GLM order = data;
CLASS BLOQUE TRATAMIENTO;
MODEL RTO = BLOQUE TRATAMIENTO /SS3;
means TRATAMIENTO / lsd;
run;

```

```

The SAS System                                1
20:01 Wednesday, April 1, 1998
The GLM Procedure
Class Level Information

```

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRATAMIENTO	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: RTO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr
> F					
Model	6	3444196.875	574032.813	6.21	
0.0080					
Error	9	831560.563	92395.618		
Corrected Total	15	4275757.438			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RTO Mean
0.805517	6.257915	303.9665	4857.31

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr
> F					
BLOQUE	3	3148063.688	1049354.563	11.36	0.0021
TRATAMIENTO	3	296133.188	98711.063	1.07	0.4099

t Tests (LSD) for RTO

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	92395.62
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	486.22

Means with the same letter are not significantly different

t Grouping	Mean	N	TRATAMIENTO
A	5036.3	4	2
A			
A	4925.0	4	1
A			
A	4793.3	4	3
A			
A	4674.8	4	4

## 7.1.2 Resultados Cebada Scarlett

```

Data SCARLETT;
input BLOQUE TRATAMIENTO RTO;
cards;
1 1 4632
2 1 3868
3 1 3520
4 1 3837
1 2 4876
2 2 4047
3 2 4770
4 2 3795
1 3 4406
2 3 3832
3 3 3474
4 3 3803
1 4 5267
2 4 4976
3 4 4402
4 4 4412
;
OPTION LS = 80 PS = 64;
PROC GLM order = data;
CLASS BLOQUE TRATAMIENTO;
MODEL RTO = BLOQUE TRATAMIENTO /SS3;
means TRATAMIENTO / lsd;
run;

```

The SAS System

22

1998

The GLM Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRATAMIENTO	4	1 2 3 4
Number of observations		16

The GLM Procedure  
Dependent Variable: RTO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr
> F Model	6	3709019.375	618169.896	6.88	0.0056
Error	9	808135.063	89792.785		
Corrected Total	15	4517154.438			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	RT0 Mean		
0.821096	7.059309	299.6544	4244.813		

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr
> F BLOQUE	3	1714183.188	571394.396	6.36	0.0132
TRATAMIENTO	3	1994836.188	664945.396	7.41	0.0084

t Tests (LSD) for RTO

NOTE: This test controls the Type I comparison wise error rate, not the experiment wise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	89792.78
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	479.32

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	TRATAMIENTO
A	4764.3	4	4
A			
B A	4372.0	4	2
B			
B C	3964.3	4	1
C			
C	3878.8		

## 7.2 Anexo II. Tablas rendimiento por bloques

Trigo B21

Bloques	1 Testigo	2 Foliarsol U	3 Nitrophoska + Nutrimix	4 Solmix
1	5892	5933	5228	5227
2	4315	4504	4303	4294
3	4394	4828	5073	4891
4	5099	4880	4569	4287
<b>Promedio</b>	<b>4925</b>	<b>5036</b>	<b>4793</b>	<b>4674</b>

Cebada Scarlett

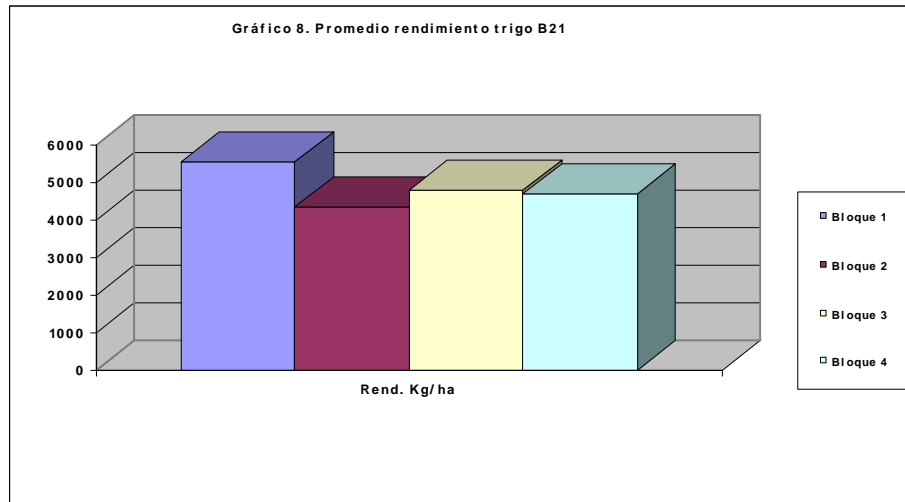
Bloques	1 Testigo	2 Foliarsol U	3 Nitrophoska + Nutrimix	4 Solmix
1	4632	4876	4406	5367
2	3868	4047	3832	4976
3	3520	4770	3474	4402
4	3837	3795	3803	4412
<b>Promedio</b>	<b>3964</b>	<b>4372</b>	<b>3878</b>	<b>4764</b>

## 7.3 Anexo III. Rendimiento de bloques según tratamientos aplicados (kg/ha)

Trigo B21

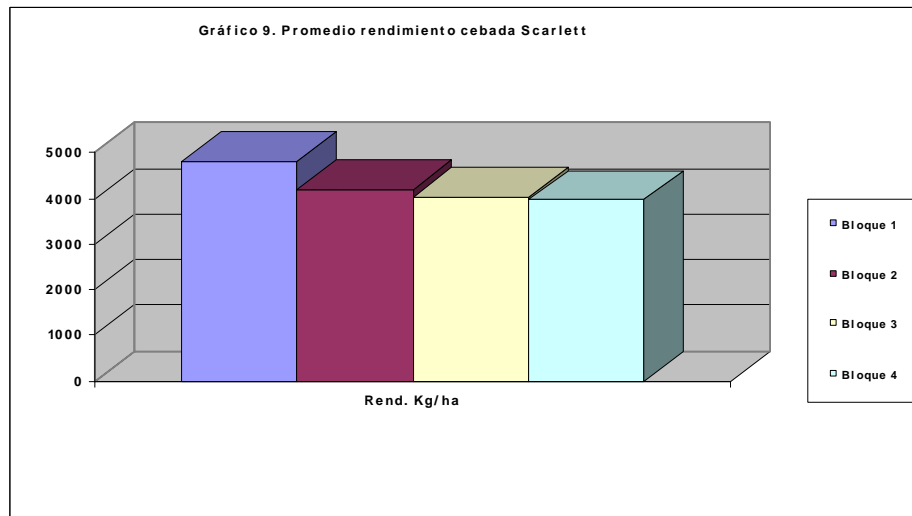
Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
1	5892	4315	4394	5099
2	5933	4504	4828	4880
3	5228	4303	5073	4569
4	5227	4294	4891	4287
<b>Promedio</b>	<b>5570</b>	<b>4354</b>	<b>4796</b>	<b>4708</b>



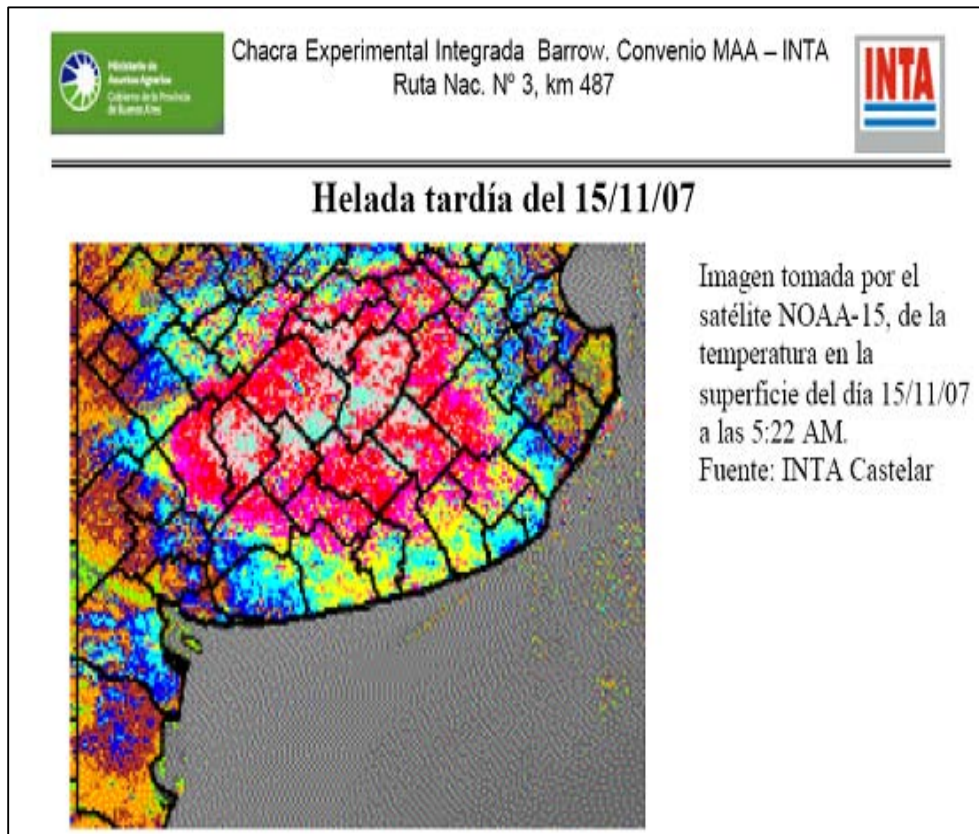


### Cebada Scarlett

Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
1	4632	3868	3520	3837
2	4876	4047	4770	3795
3	4406	3832	3474	3803
4	5267	4976	4402	4412
<b>Promedio</b>	<b>4795</b>	<b>4180</b>	<b>4041</b>	<b>3961</b>



## 7.4 Anexo IV. Registro de temperatura de la zona



## 8. Bibliografía

- Bergh, R.; Baez, A; Quattrocchio, A.; Zamora, M. [2000] Fertilización nitrogenada para calidad en trigo candeal. Publicación INTA.
- Bergh, R.; Zamora, M.; Seghezzi, M. L.; Molfese, E. (2003) Fertilización nitrogenada foliar en trigo en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires. INPOFOS Informaciones Agronómicas del Cono Sur, Buenos Aires. 19: 15-21.
- Cuniberti, Martha; Berra, Omar; Macagno, Susana. Calidad del trigo de la region central del país: campaña 2005/06. 2006. Disponible en: [http://www.aaprotrigo.org/calidad/calidad\\_campania\\_05.htm](http://www.aaprotrigo.org/calidad/calidad_campania_05.htm)
- Echeverría, H. E; Studdert, G. A (2005) El contenido de nitrógeno en la hoja bandera del trigo como predictivo del incremento de proteína en el grano por aplicaciones de nitrógeno en la espigazón. Revista Facultad de Agronomía, 103 (1): 27-36.
- Echeverría, H. E. (2007) El cultivo de trigo y la fertilización: Un nuevo enfoque. Publicación del INTA.
- Fernández Long María E.; E Barnatán, Irene; Spescha, Liliana; Hurtado, R.; Murphy, G. Caracterización de las heladas en la región pampeana y su variabilidad en los últimos 10 años. IX Congreso Argentino de Meteorología. Buenos Aires, 2005.
- García, F. O.; Berardo, A. (2005). Trigo. En: Echeverría, H. E. y García, F. O. (eds). Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Editorial INTA, Buenos Aires. p. 233-253.
- Garcia F. O.; Ciampitti, I. Manejo nutricional del cultivo de trigo: ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos? 2009. Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/Itams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/1c4d3a467ee702170325742b007f4f08/\\$FILE/FGarcia-Trigo%20Marzo%202009.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/Itams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/1c4d3a467ee702170325742b007f4f08/$FILE/FGarcia-Trigo%20Marzo%202009.pdf)
- Gooding, M. J.; Davies, W. P. (1986) Foliar urea fertilization of cereals: a review. Fertilizer Research, 32: 209-222.
- Loewy, T. Fertilización foliar en trigo pan y cebada cervecera: informe anual 2005. INTA Bordenave, 2005.
- Loewy, T. [2005] Fraccionamiento del nitrógeno y fertilización foliar en trigo. Publicación del INTA.
- Melgar, Ricardo. Fertilización en trigo. [2006] Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/melgar/Fertilizacion%20en%20Trigo%20-%202006.asp>

- Quattrocchio, A. Fertilización nitrogenada para calidad diferenciada en trigo pan. 2002. Disponible en: [www.profertil.com/investigaciones/INTA%20Balc%20Calidad\\_Trigo.doc](http://www.profertil.com/investigaciones/INTA%20Balc%20Calidad_Trigo.doc)
- Santamaría, S.; Studdert, G. A.; Echeverría, H. E. (2004) Sistemas de labranza y fertilización nitrogenada en trigo bajo distintas historias agrícolas. RIA Revista de Investigaciones Agropecuarias, 33 (3): 55-75.
- Sarandon, S. J. Fertilización foliar en trigo: efecto de la dosis y el momento de aplicación sobre rendimiento y sus componentes, porcentaje de proteína y calidad del grano.
- Satorre, E.; Benech Arnold, R.; Slafer, G.; De la Fuente, E.; Miralles, D.; Otegui, M.; Savin, R. Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires, 2003.
- [www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/farina/glu\\_trigo/Gluten.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/farina/glu_trigo/Gluten.htm). Análisis de la Cadena de Gluten de Trigo. Septiembre, 2009.
- [www.cabcbue.com.ar/Normas/N05-CebadaCervecera.htm](http://www.cabcbue.com.ar/Normas/N05-CebadaCervecera.htm) Cámara Arbitral de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Septiembre, 2008.
- [www.cabcbue.com.ar/publicaciones/NormaDeTrigoPan.pdf](http://www.cabcbue.com.ar/publicaciones/NormaDeTrigoPan.pdf). Cámara Arbitral de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Septiembre, 2008.
- [www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20y%20Calidad%20en%20Trigo.asp](http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20y%20Calidad%20en%20Trigo.asp). Fertilización y Calidad en Trigo. Diciembre, 2009.
- [www.minagri.gob.ar/](http://www.minagri.gob.ar/) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Febrero, 2010.
- [http://www.siiia.gov.ar/estimaciones\\_agricolas/03-por\\_cultivo/archivo/000000\\_Cereales/000000\\_Trigo/070000\\_Campana%20007-2008.php](http://www.siiia.gov.ar/estimaciones_agricolas/03-por_cultivo/archivo/000000_Cereales/000000_Trigo/070000_Campana%20007-2008.php). Informe de cierre de campaña 2007/2008. Enero, 2010.
- [www.tecnoagro.com.ar/bg2006](http://www.tecnoagro.com.ar/bg2006) Tecnoagro informa: boletín N°47. Enero, 2010.
- Zadoks J. C.; Chang, T. T; Konzak, C. F. (1974) A decimal code for growth stages of cereals.