

Fasciolo, Emiliano Franco

Evaluación de distintas estrategias de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el porcentaje de proteínas en trigo

**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:

Fasciolo, E. F. 2014. Evaluación de distintas estrategias de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el porcentaje de proteínas en trigo [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/evaluacion-fertilizacion-proteinas-trigo.pdf> [Fecha de consulta:.....]



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ARGENTINA**

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

“Evaluación de distintas estrategias de fertilización
nitrogenada sobre el rendimiento y el porcentaje de proteínas
en trigo”

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

Autor: Emiliano Franco Fasciolo

Profesor Tutor: Ing. Agr. Fernando Miguez

Fecha: 11 de Agosto de 2014



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

ÍNDICE:

• Resumen.....	3
• Introducción	4
• Objetivos.....	8
• Materiales y métodos.....	8
• Resultado y discusiones.....	12
○ Miramar.....	12
○ Carabela.....	16
• Conclusiones.....	21
• Bibliografía.....	23
• Anexo I.....	28
• Anexo II	39
• Anexo III	41
• Anexo III	45



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Resumen

El fin último de cualquier fertilización ya sea en trigo o en cualquier otro cultivo es el aumento de la rentabilidad.

Una de las formas de lograr este objetivo, es el incremento de la productividad y calidad del mismo. Para ello la nutrición del cultivo es fundamental, la cual se consigue con buenas prácticas de fertilización que inciden de manera directa sobre el rendimiento y calidad final del cultivo.

El trigo, como toda gramínea, es altamente demandante en nitrógeno, por lo que es el principal nutriente a tener en cuenta en un plan de fertilización, pero no el único.

Por lo cual este trabajo busca evaluar el impacto que genera distintas estrategias de fertilización nitrogenada sobre las variables rendimiento y nivel proteico del grano.

Para tal fin se realizaron dos ensayos con un diseño de bloques completos aleatorizados, con cuatro repeticiones. Se realizaron cinco tratamientos en el ensayo realizado en la localidad de Miramar, partido de Gral. Pueyrredon, y cuatro para el ensayo de Carabelas, partido de Rojas. Cada parcela contó con una superficie de 10 metros cuadrados, la cosecha se realizó de manera manual y la trilla con una maquina estacionaria.

Las variables observadas fueron: rendimiento, peso de mil granos, granos/ha y porcentaje de proteína.

De los resultados obtenidos en la localidad de Miramar para el tratamiento con urea se observa una tendencia positiva para las variables rendimiento y numero de granos.

Para el ensayo en Carabelas, el tratamiento con doble aplicación de fertilizante foliar (10.88 kg/N/ha), se observó una tendencia positiva para las variables rendimiento y porcentaje de proteína.

Palabra claves: Trigo, fertilización, nitrógeno, rendimiento, proteína



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Introducción

La fertilización foliar 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, hacen que su manejo eficiente sea estratégico para alcanzar una adecuada rentabilidad en los cultivos de grano (Ferraris 2005).

El nitrógeno es el principal elemento que limita la productividad de los cereales en la región pampeana argentina. Esto se debe a sus elevados requerimientos, y a la baja disponibilidad de nitratos, presentan los suelos argentinos (Ferraris y Couretot, 2006).

Debido a la necesidad de sostener altas tasas de absorción en períodos relativamente breves de tiempo, solamente compatible con la raíz, los macro nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y mesonutrientes como azufre, calcio y magnesio son habitualmente 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. Grano producido/Kg. nutriente agregado), obtener un alto retorno económico al capital invertido y al ambiente (Mac Maney 2006).

La fertilización foliar en cultivos extensivos puede realizarse con la siguiente finalidad:

- 1- Proveer micronutrientes con el objetivo de incrementar los rendimientos.
- 2- Suministrar pequeñas cantidades de macro o mesonutrientes en estado fenológicos de elevada demanda nutricional, haciendo así una suplementación estratégica del cultivo.
- 3- Incorporar nitrógeno en etapas cercanas o durante el período reproductivo, con el objetivo de incrementar el rendimiento y/o la calidad del producto cosechado.

Ferraris y Couretot (2006), realizaron un trabajo para evaluar el efecto de un fertilizante foliar nitrogenado sobre el rendimiento, la calidad y la eficiencia de uso del nitrógeno en trigo. Dicha evaluación se basó en diferentes combinaciones de dosis de urea y Daimon. Concluyen que el aumento en la disponibilidad inicial de N produce un incremento en el rendimiento, y en la concentración de proteína de los granos. Observaron una relación rendimiento/disponibilidad de N inicial diferente con el agregado del fertilizante foliar. Sin N foliar, el rendimiento incrementa en forma lineal en todo el rango de disponibilidades de N. Con el agregado de N foliar no se observa una tendencia definida, por la obtención de rendimientos elevados aun con bajas dosis de N a la siembra. Los efectos del N foliar fueron muy destacados para las dosis de N46 y N92 a la siembra, siendo



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

suficiente la dosis de 10 l ha^{-1} para alcanzar el máximo rendimiento. La dosis de 20 l ha^{-1} en cambio, permite alcanzar los valores más altos de proteína en grano.

En el año 2005, dichos investigadores, llevaron a cabo un ensayo sobre el efecto de la fertilización foliar complementaria sobre el rendimiento de trigo en siembra directa, en la localidad de Pergamino. Todas las variedades estudiadas respondieron de manera similar a la fertilización foliar. El agregado de fertilizante foliar provoca un incremento del área foliar y un marcado reverdecimiento de los tejidos, mayor persistencia del área verde, alargamiento del período de llenado de granos, lo cual se tradujo en una mayor humedad a cosecha. Los rendimientos fueron incrementados de manera significativa sin diferencia de entre los momentos de aplicación de los fertilizantes foliares.

Otro estudio realizado en el mismo año, denominado “Evaluación del efecto de un fertilizante foliar nitrogenado sobre el rendimiento, sus componentes, la eficiencia de uso del nitrógeno y otros parámetros de cultivo en cebada cervecera y trigo” en la escuela Agrotécnica Salesiana del partido de General Arenales, demostró que el agregado de fertilizante foliar permitió un adicional de rendimiento de 55 kg ha^{-1} en la dosis más baja de fertilizante ($N=75$), posibilitando una muy buena eficiencia de la utilización del nitrógeno foliar ($128 \text{ kg grano/Kg. nitrógeno}$). Dicha eficiencia disminuyó considerablemente cuando la disponibilidad de nitrógeno inicial fue más alta, de $N=125$. Los rendimientos acompañaron en general, la evaluación del número de granos, observando una tendencia poco definida en su peso.

Echeverría y Studdert (1998), demostraron que aumenta de manera sostenida el contenido de proteína en el grano ya sea mediante la aplicación de nitrógeno a la siembra como en etapas posteriores (espigazón). La fertilización nitrogenada en forma foliar, desde espigazón hasta pos antesis, generó aumentos en forma variable del rendimiento, el contenido de proteína y gluten del grano.

Bergh y Zamora, (2001/2002), evaluaron el efecto del fertilizante foliar Daimon N 1, cuya composición es: N 20,5 %, S 0,016 % y además molibdeno, manganeso, boro, hierro, zinc, y otros compuestos como hormonas, ácidos orgánicos y coadyuvantes; sobre el comportamiento del trigo pan y candeal. La aplicación de 8 l ha^{-1} de daimon incrementó significativamente el rendimiento, tanto para el trigo tipo pan como candeal. El tratamiento combinado (daimon, azufre líquido), no produjeron incrementos adicionales. El efecto sobre la proteína presentó la misma tendencia en ambos materiales, observándose una caída significativa en el porcentaje de proteína del orden de 0.4 puntos con respecto al testigo.

Aplicaciones tardías de 20 y 40 kg ha^{-1} de nitrógeno no produjeron aumentos de rendimiento. Dichas aplicaciones produjeron un incremento aproximadamente entre 0.5 y 2 puntos o entre 0.8 y 2.7 puntos respectivamente en el porcentaje de proteína dependiendo del nivel nutricional del cultivo (Bergh, 2000).



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

El efecto de la fertilización temprana sobre el rendimiento y la calidad es altamente variable y asociado principalmente a la disponibilidad hídrica para el cultivo (Bergh et al; 1999).

El % de N total y el índice de verdor en hoja bandera son variables con capacidad de predecir la proteína en los granos (Darwich 2005) y en consecuencia determinaciones útiles para el diagnóstico de fertilizaciones tardías en trigo candeal. La fertilización nitrogenada foliar en antesis produjo incrementos en la proteína variables, dependiendo de nutrición nitrogenada del cultivo (Bergh 2001).

Zamorano et al (2001) llevaron a cabo ensayos en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. Los tratamientos utilizados fueron una combinación de urea en solución y fungicidas. Concluyendo que en trigo candeal y pan de origen nacional, el efecto de la fertilización foliar fue positivo sobre la proteína. El incremento de la proteína fue mayor en aplicaciones de antesis; y la aplicación de fungicidas solo o con urea, incrementaron el rendimiento.

Miguez (2001 y 2002), realizó varios ensayos en lotes comerciales de trigo, con distinto nivel de rendimiento esperable en las localidades de María Teresa (Santa Fe) y Lobería (Buenos Aires). Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar de 0, 20 y 40 Kg. de nitrógeno/ha, como urea disuelta en 600 litros de agua/ha, con mochila manual. El momento de aplicación estuvo centrado en la floración del cultivo. En dos de los diecisiete ensayos se encontró un aumento estadísticamente significativo del rendimiento en grano para las dosis de 20 y 40 Kg de N/ha y en uno para la dosis de 20 kg de N/ha, no existiendo diferencias en los ensayos restantes. La falta de respuesta en el rendimiento en grano era esperable en función del momento de aplicación, siendo coincidente con resultados obtenidos por otros autores (Bergh 2001), (Loewy 2004), (Miguez 2003).

En el año 2003, Miguez encontró una fuerte correlación negativa entre el tenor de proteína y el rendimiento en grano de cada ensayo en los tratamientos testigo. Esta relación es también esperable ya que ante un aumento en el tamaño del destino (número y/o peso de los granos) el N disponible se diluye. Ensayos realizados en Lobería (2001 y 2002), mostraron en general mayores niveles de rendimiento en grano, menores % de proteína en los testigos y mayor respuesta a la fertilización tardía.

Zamorano et al, (2001), realizaron una experiencia denominada “Fertilización nitrogenada tardía en cultivares de trigo pan y candeal para calidad”, realizada en campos de productores, del área Chacra de Barrow. En las 4 variedades evaluadas, (2 de trigo candeal y 2 de trigo pan), se registraron diferencias significativas entre las parcelas fertilizadas y la parcela testigo (11.5 y 12% más de proteína para las variedades fertilizadas de trigo candeal y pan respectivamente). Se observaron mejoras importantes en el porcentaje de vitreosidad en las parcelas fertilizadas.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Loewy et al (2004) evaluaron el efecto de dosis crecientes de N en antesis, en cultivos de trigo con una disponibilidad de N de base de 120 kg ha^{-1} (Nsuelo + Nfertilizante) y con aplicaciones de funguicida en hoja bandera. Cuando la disponibilidad de agua no fue limitante, no lograron incrementos en el rendimiento en grano pero los parámetros de calidad (proteína y W) aumentaron en forma significativa en función de las dosis de N foliar aplicadas en antesis.

Loewy (2005) estudió el efecto de La aplicación de urea líquida en dosis de 20 Kg. /ha de nitrógeno sobre variedades de trigo del grupo I de calidad, en el sudoeste de Buenos Aires. Dichas aplicaciones produjeron aumentos de 0,5% a 1,5% de proteína y hasta 400 Kg/ha más de grano.

Keller y Fontanetto (2001/2002) del Área de Investigación en Agronomía. EEA Rafaela, evaluaron la respuesta a la aplicación foliar de distintos fertilizantes, en la etapa de prefloración del trigo .La fuente nitrogenada (N) utilizada fue UAN (N: 30 %- Densidad: 1,3) y la nitrogenada-azufrada (N-S) fue tiosulfato de amonio (N: 12 % - S: 26 %). Se aplicaron cuatro dosis de cada fuente y seis dosis de una mezcla de ambos productos a efectos de lograr diferentes combinaciones de N y S. En general todas las dosis aplicadas de N, S y combinaciones mejoraron levemente el rendimiento respecto al testigo. La escasa respuesta probablemente ocurrió porque la aplicación de los nutrientes se realizó en una etapa avanzada del cultivo en la cual el trigo ya tiene su producción definida. Cuando se aplicaron las fuentes en forma separadas se logró incrementar el rendimiento en aproximadamente 200 kg. ha^{-1} con la mayor dosis utilizada. En cambio con la adición de las fuentes en forma combinada estas lograron un rendimiento adicional de 250 a 300 kg ha^{-1} a partir de las dosis más bajas utilizadas. No se observó diferencias entre las distintas combinaciones de producto.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Objetivo del trabajo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar los efectos de la fertilización nitrogenada foliar, con distintas concentraciones de Daimon, aplicada en distintos momentos fenológicos, sobre rendimiento y en la calidad de trigo, en el sudeste y zona núcleo de la provincia de Buenos Aires.

Material y métodos.

1. Localización del ensayo

Estos efectos fueron analizados a campo, mediante dos ensayos, uno llevado a cabo en el Partido de General Alvarado, en la localidad de Miramar (sub región IV) y el segundo en el Partido de Rojas, localidad de Carabelas (sub región II SUD).

2. Diseño del ensayo

El ensayo se realizó con un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones; cinco tratamientos para el ensayo de Miramar y cuatro para Carabelas.

Las parcelas de cada uno de los tratamientos tuvieron una superficie de diez metros cuadrados, es decir dos metros por cinco metros.

3. Información del cultivo

Localidad	Miramar	Carabela
Trigo/Variedad	Buck-Sureño	Klein-Flecha
Fecha de siembra	20/08/2004	07/06/2004
Densidad de lograda	300 PL/M ²	300 PL/M ²
Fertilización de base	110 kg de DAP/HA	120 kg de Arrancador Cargil + 150 KG de Urea /HA

Formulación: UREA (46-0-0); -DAP (18-46-0 D25); -ARRANCADOR (7-40-5.5-12)

Figura N°1: Detalle las variedades, fecha de siembra, densidad lograda y la fertilización de base aplicada a cada ensayo.



4. Características climáticas de la campaña

En la subregión IV (sur y este de la provincia de Buenos Aires) en la etapa de llenados de granos se registraron altas temperaturas y escasez de lluvias, posteriormente las lluvias interrumpieron la cosecha lavando el grano, por lo cual se observaron algunos lotes con bajos pesos hectolitricos, también se detectaron casos de lotes con fusarium (granos dañados) y escudete negro. En cuanto a los niveles de proteína, se registró un aumento respecto de años anteriores, estimándose que estará por encima del 10%.

En la Zona central del país (subregiones II Norte, V Norte y III), si bien las condiciones ambientales no fueron buenas, el nivel de tecnología aplicado, ayudó a la situación climática adversa. En efecto la mayoría de los lotes, sembrados con reservas hídricas adecuadas en el perfil del suelo y en fecha óptima, fueron acompañados por temperaturas apropiadas durante gran parte del ciclo del cultivo, situación que contribuyó al buen desarrollo del cultivo para lograr excelentes rindes en la mayoría de las regiones; el buen llenado de grano aportó a la buena calidad de la campaña. En cuanto al estado sanitario del cultivo fue bueno en general, sin manifestaciones importantes de ninguna enfermedad en particular.

5. Tratamientos

En la localidad de Miramar se realizaron cinco tratamientos diferentes como se puede observar en la figura número dos.

ENSAYO MIRAMAR		
	Momento fonológico de las aplicaciones y cantidades aplicadas de nitrógeno.	
TRATAMIENTO	Zadocks 21	Zadocks 27
TESTIGO	----	----
UREA	100 KG/HA (46 Kg./N/HA)	----
DAIMON 1	15 LTS/HA (2.72 Kg./N/HA)	----
DAIMON 2	15 LTS/HA (2.72Kg./N/HA)	15 LTS/HA (2.72 Kg./N/HA)
DAIMON 3	30 LTS/HA (5.44 Kg./N/HA)	30 LTS/HA (5.44 Kg./N/HA)

Figura N°2: Detalle de los tratamientos para el ensayo Miramar



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

En la localidad de Carabelas se realizaron cuatro tratamientos diferentes (Figura n°3).

ENSAYO CARABELAS		
	Momento fenológico de las aplicaciones y cantidades aplicadas de nitrógeno.	
TRATAMIENTO	Zadocks 30	Zadocks 39
TESTIGO	----	----
DAIMON 1	15 LTS/HA (2.72 Kg./N/HA)	----
DAIMON 2	15 LTS/HA (2.72 Kg./N/HA)	15 LTS/HA (2.72 Kg./N/HA)
DAIMON 3	30 LTS/HA (5.44 Kg./N/HA)	30 LTS/HA (5.44 Kg./N/HA)

Figura N°3: Detalle de los tratamientos para el ensayo Carabelas.

6. Diseño de bloques

Los ensayos realizados en las localidades de Miramar y Carabelas se realizaron con un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones (Figura 4 y 5).

ENSAYO MIRAMAR			
	Daimon 1 Urea	Testigo Daimon 2	
Bloque 1	Daimon 3	Daimon 1	Bloque 2
	Daimon 2	Urea	
	Testigo	Daimon 3	
	Daimon 2 Daimon3	Testigo Daimon 3	
Bloque 3	Testigo	Urea	Bloque 4
	Daimon 1	Daimon 2	
	Urea	Daimon 1	

Figura N°4: Detalle de los bloques para el ensayo Miramar.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

ENSAYO CARABELAS			
	Daimon 3	Daimon 3	
	Testigo	Testigo	
Bloque 1	Daimon 2	Daimon 1	Bloque 2
	Daimon 1	Daimon 2	
	Daimon 1	Daimon 2	
Bloque 3	Daimon 2	Daimon 3	Bloque 4
	Daimon 3	Daimon 1	
	Testigo	Testigo	

Figura N°5: Detalle de los bloques para el ensayo Carabelas.

Se cosecharon manualmente los dos metros cuadrados centrales, de cada parcela. La separación de los granos de las muestras fue realizada con una trilladora para agricultura experimental.

La muestra obtenida de cada parcela fue sometida a análisis para determinar rendimiento, peso de mil granos, granos por hectárea y porcentaje de proteína. El análisis de la proteína se realizó con el Nirs Inframatic 8100 Percon, perteneciente a la empresa Molinos Rio de la Plata S.A.

7. Análisis estadísticos:

Análisis de varianza y comparación de medias por el test de Tukey (InfoStat). Análisis de correlación entre las variables más relevantes mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson; se consideraron significativas aquellas pruebas con “p menor o igual a 0,05”.



Resultados y discusión

Seguidamente se detallan los resultados obtenidos de las variables en estudio (rendimiento, peso de los mil granos, granos por ha, porcentaje de proteína).

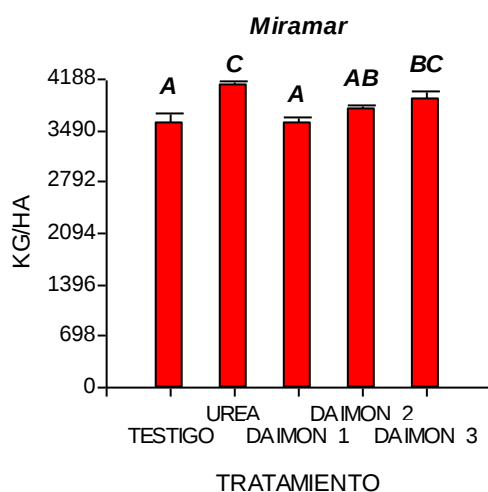
En primer lugar analizaremos el ensayo realizado en la localidad de Miramar.

1. Localidad de Miramar

Variable Rendimiento:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	KG/HA	3595,31	145,00
DAIMON 2	KG/HA	3768,75	106,80
DAIMON 3	KG/HA	3918,75	215,42
TESTIGO	KG/HA	3600,00	271,57
UREA	KG/HA	4093,75	119,68



En el ensayo de Miramar la diferencia en rendimiento fue de hasta cuatro quintales siendo estadísticamente significativa ($P=0,05$). Los tratamientos Urea rindieron aproximadamente 4 quintales más que el Testigo y el tratamiento D1; los tratamientos D2 y D3 se hallaron en una situación intermedia entre ambos. Daimon 3 superó el testigo y no difirió del tratamiento con urea.



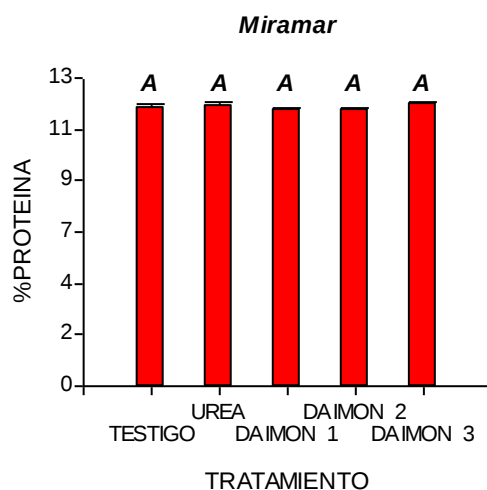
UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Variable porcentaje de Proteína:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	%PROTEINA	11,68	0,10
DAIMON 2	%PROTEINA	11,63	0,17
DAIMON 3	%PROTEINA	11,88	0,30
TESTIGO	%PROTEINA	11,75	0,24
UREA	%PROTEINA	11,83	0,36



Para la variable **porcentaje de proteína**, no hay una diferencia estadísticamente significativa ($P=0,05$).

Esto puede ser debido a que las aplicaciones de los tratamientos fueron: en primer lugar ejecutada en una etapa temprana en el ciclo del cultivo, en segundo lugar un breve tiempo entre las ejecuciones de los tratamientos y en tercer lugar el cultivo no cubría el entre surco. También se puede deber a que la dosis de N fuera muy baja para modificar la proteína. Si bien el rinde aumentó esto no se vio reflejado en la proteína.

Variable Peso de 1000 Granos:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	PESO/1000	39,90	1,27
DAIMON 2	PESO/1000	38,90	1,00
DAIMON 3	PESO/1000	39,73	0,72
TESTIGO	PESO/1000	39,83	1,09
UREA	PESO/1000	39,68	1,66

Con respecto al **peso de los mil granos**, no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ni entre los bloques ($P=0,05$).



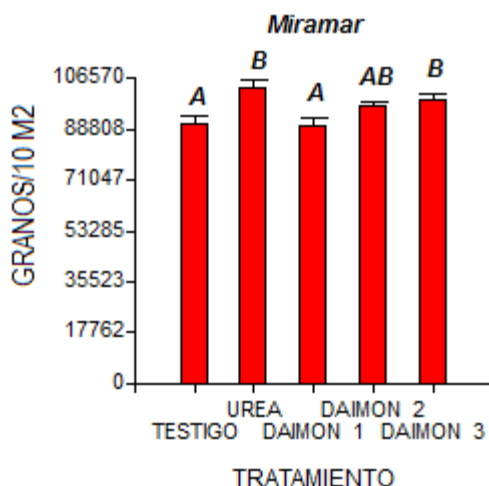
UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Variable Granos/Ha:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	GRANOS/HA	90.212.750	5494,29
DAIMON 2	GRANOS/HA	96.918.500	3210,86
DAIMON 3	GRANOS/HA	98.708.500	5232,47
TESTIGO	GRANOS/HA	90.383.750	6041,83
UREA	GRANOS/HA	103.298.250	4714,10



En el caso de la variable **números de granos** se observa la misma tendencia que para la variable rendimiento; es decir, los tratamientos de mayor número de granos fueron urea y daimon 3, en una situación intermedia se ubicó daimon 2 y por último el tratamiento daimon 1 y el testigo. Se registraron diferencias estadísticamente significativa ($P=0,05$) entre los tratamientos. El rendimiento esta principalmente determinado por el número de granos, más que el peso de los mismos (Mac Maney 2006). Urea y Daimon 3 superaron al Testigo mientras que Daimon 2 fue intermedio y Daimon 1 no defirió.

En la figura N°6, que se encuentra a continuación, presenta las correlaciones obtenidas entre las variables evaluadas en el ensayo, mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson:

Coeficientes de correlación				
Correlación de Pearson: coeficientes \ probabilidades				
	KG/HA	PESO/1000	GRANOS/HA	%PROTEINA
KG/HA	1	0,82	1,40E-08	0,25
PESO/1000	0,05	1	0,13	0,32
GRANOS/HA	0,92	-0,35	1	0,13
%PROTEINA	0,27	-0,24	0,35	1

Figura N° 6. Coeficientes de correlación



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

En base a los resultados obtenidos para el ensayo de Miramar, podemos asegurar que la variable “número de granos” tuvo una correlación estadísticamente significativa con la variable rendimiento (Figura N° 7). La variable que mejor explica el rendimiento es el “número de granos”. Dichos resultados concuerdan con lo obtenido por Miguez (2004), Mac Maney (2006).

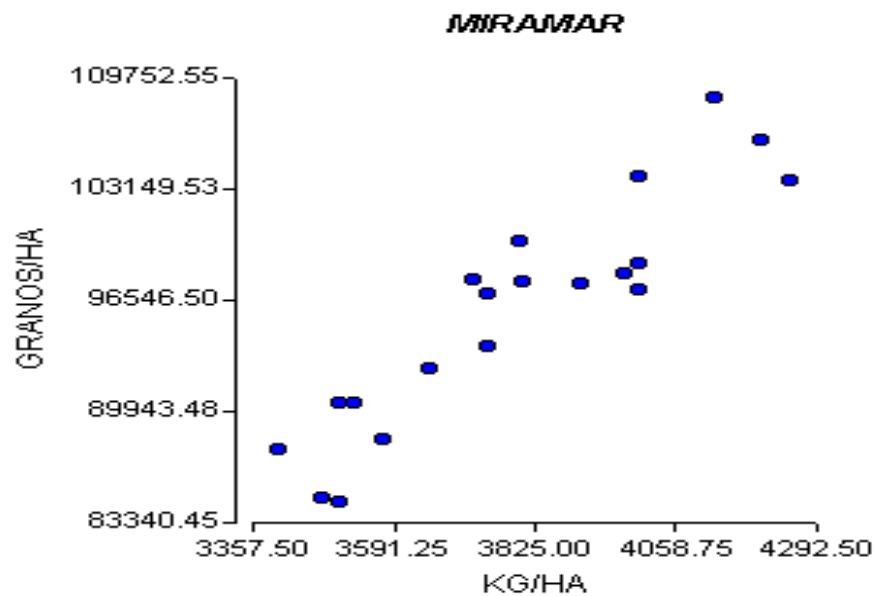


Figura N° 7. Correlación entre la variable granos por hectárea y kilogramos por hectárea.



UCA

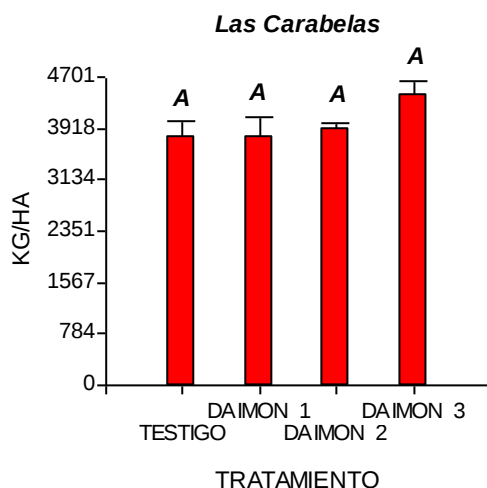
Facultad de Ciencias Agrarias

2. Localidad de Carabelas

Variable Rendimiento:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	KG/HA	3797,50	576,26
DAIMON 2	KG/HA	3897,50	198,35
DAIMON 3	KG/HA	4431,25	426,72
TESTIGO	KG/HA	3776,25	485,20

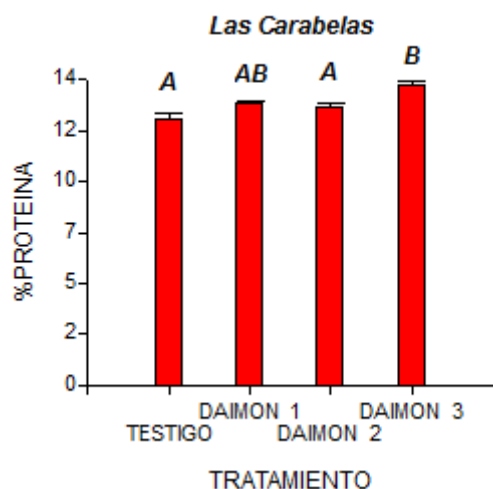


Si bien en el ensayo realizado en la localidad de Carabelas no se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($P=0,05$), entre los bloques y los tratamientos, para la variable **rendimiento**, se observa una tendencia alcista en el rendimiento para el tratamiento Daimon 3, que superó al Testigo y a Daimon1 en más de 4 q/ha.

Variable Porcentaje de Proteína:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	%PROTEINA	13,28	0,19
DAIMON 2	%PROTEINA	13,15	0,33
DAIMON 3	%PROTEINA	14,13	0,39
TESTIGO	%PROTEINA	12,55	0,53

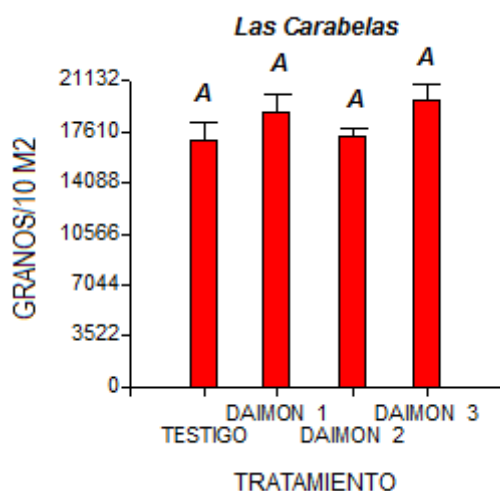


En el caso de la variable **% de proteína** se han observado diferencias estadísticamente significativas ($P=0,05$). Así pudo determinarse que el tratamiento Daimon 3, presentó valores superiores al resto de los tratamientos. El tratamiento Daimon 1 se ubica en una situación intermedia entre el tratamiento Daimon 3 y el resto de los tratamientos.

Variable Numero de Granos:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	GRANOS/HA	18.876.500	2540,47
DAIMON 2	GRANOS/HA	17.333.750	883,66
DAIMON 3	GRANOS/HA	19.734.500	2288,40
TESTIGO	GRANOS/HA	17.012.750	2413,27





UCA

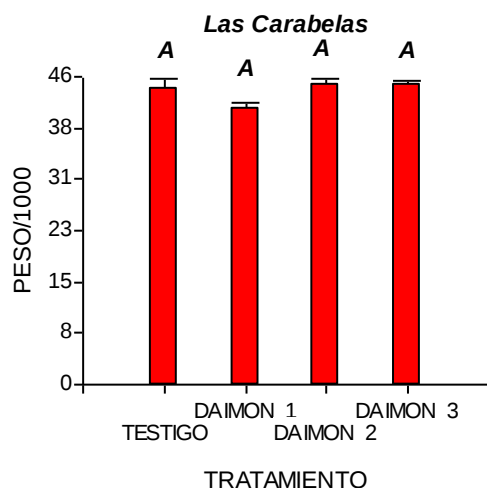
Facultad de Ciencias Agrarias

Si bien para el caso de la variable **número de granos** no se registraron diferencias estadísticamente significativas ($P=0,05$). Se verifica una tendencia alcista para los tratamientos Daimon 3 y Daimon 1; lo cual coincide en este último caso, con lo observado en la variable rendimiento.

Variable Peso de 1000 Granos:

Estadística descriptiva

TRATAMIENTO	Variable	Media	D.E.
DAIMON 1	PESO/1000	41,50	1,29
DAIMON 2	PESO/1000	45,00	1,83
DAIMON 3	PESO/1000	45,00	1,41
TESTIGO	PESO/1000	44,50	2,52



Para la variable peso de **1000/granos**, no se registraron diferencias estadísticamente significativa ($P=0,05$).



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

En el próximo cuadro (Figura N°8), se presentan las correlaciones obtenidas entre las variables evaluadas en el ensayo, mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson:

Coeficientes de correlación				
Correlación de Pearson: coeficientes \ probabilidades				
	Kg./HA	PESO/1000	GRANOS/HA	%PROTEINA
Kg./HA	1	0,94	7,90E-06	0,04
PESO/1000	0,02	1	0,1	0,6
GRANOS/HA	0,88	-0,42	1	0,08
%PROTEINA	0,51	0,14	0,44	1

Figura N°8: Coeficientes de correlación.

En base a los resultados obtenidos, podemos asegurar que para el ensayo de Carabela la variable % de proteína, tuvo una correlación estadísticamente significativa con la variable rendimiento. Dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Loewy (2004).

Se observa una correlación estadísticamente significativa entre la variable número de granos y rendimiento. Dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Ferraris (2005).

Para lograr un alto rendimiento hay que maximizar el número de granos por unidad de superficie tal como lo demuestra la Figura N°7.

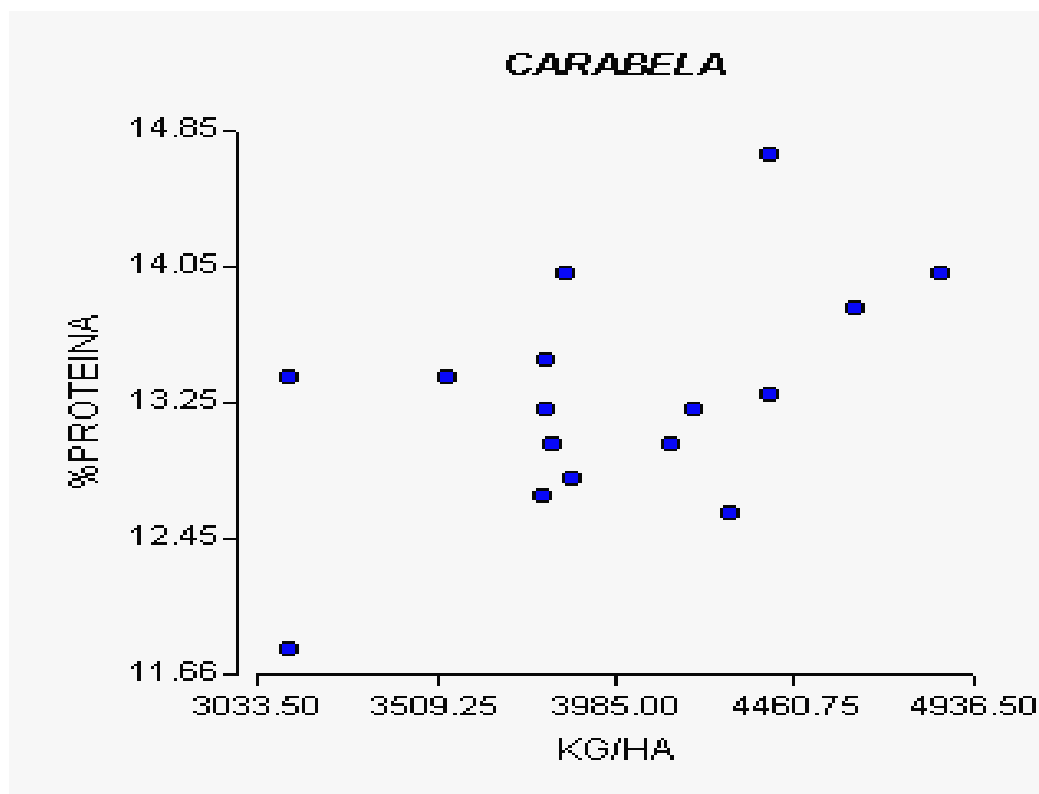


Figura N°9: Correlación entre la variable porcentaje de proteína y rendimiento por hectárea.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Conclusiones

La fertilización foliar ha demostrado ser una herramienta válida para el incremento de rendimiento y porcentaje de proteína en grano en cultivo de trigo.

En el ensayo de Miramar, la fertilización con urea y la doble aplicación de fertilizante foliar (Daimon 3), en macollaje generaron aumento en el rendimiento, sin modificar el tenor proteico en grano.

En el ensayo de Carabelas, la fertilización foliar doble (Daimon 3), aplicado al macollaje y en hoja bandera totalmente expandida, no modificó el rendimiento pero aumentó el tenor proteico en granos.

En ambos ensayos no hubo efectos del tratamiento Daimon 1 posiblemente por su baja dosis y por haber sido aplicado temprano en el ciclo del cultivo, sin suficiente área foliar para ser absorbido totalmente por las hojas.

El número de granos por unidad de superficie fue el componente que más correlacionó con el rendimiento.

La fertilización foliar en etapas avanzadas del cultivo aparece como una opción válida para aumentar el rendimiento y/o el tenor proteico en grano. Amerita profundizar las investigaciones en el tema.

No se han observado respuestas significativas a la fertilización foliar nitrogenada en los ambientes donde el nitrógeno no sea un nutriente limitante para el desarrollo del cultivo.

Al incrementar la dosis de nitrógeno al macollaje del trigo aumentan los rendimientos y los contenidos de proteína en el grano. Las aplicaciones en el momento de antesis tienen mayor eficiencia en el aumento del contenido de proteína pero no así en el aumento de rendimiento.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

El tratamiento Daimon 3, mostró una tendencia a aumentar no solamente el rinde, sino también el porcentaje de proteína de los granos. Esto es más notorio en el ensayo realizado en Carabelas, ya que las aplicaciones fueron realizadas más tarde en el ciclo del cultivo.

La correlación que mejor explica el aumento de rendimiento es la variable números de granos por unidad de superficie.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Bibliografía:

- Bergh, Báez, Zamora y Quattrocchio, A, 1988. Fertilización del trigo candeal en el centro sur bonaerense. Actas del IV Congreso, 2do Simposio Nacional de Cereales, Mar del Plata, 11 al 23 de Noviembre 1998.
- Bergh, Báez, Quattrocchio y Zamora, 2000. Fertilización nitrogenada para calidad en trigo candeal. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. Inpofos, 7:13-16.
- Bergh, Zamora, Quattrocchio y Báez, 1999. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada para calidad en trigo candeal. Proyecto Candeal. Presentación de resultados de La Campaña 98/99. Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca, 29 de abril de 1999.
- Bergh, Zamora, Seghezzo y Molfese, 2003. Fertilización Nitrogenada Foliar en Trigo en el Centro-sur de La Provincia de Buenos Aires. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. INPOFOS. 19:13-16.
- BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. (BCR), Portal Web. Sección Cámara Arbitral Cereales, Normas de Comercialización, Resolución 1262/2004. . Fecha de consulta: Diciembre del 2006.
<http://www.bcr.com.ar/pagcentrales/cac/pdfs/normas/NORMA%20XX%20Trigo%20Pan.pdf>
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS. (USDA). Portal Web, Sección Agricultura, Wheat Dat. Fecha de consulta Abril del 2006.
<http://www.ers.usda.gov/Briefing/Wheat/Background.htm>
- Echeverría y Studdert, 1998. 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 de la Facultad de Agronomía, La Plata. 103 (1):27-36.
- ENGORMIX, Portal Web. Sección artículos técnicos, “Estrategias de fertilización nitrogenada para la obtención de trigos con calidad de exportación”.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ing. Agr. Darwich, consultor privado. Fecha de consulta: Diciembre del 2005.

http://www.engormix.com/estrategias_fertilizacion_nitrogenada_obtencion_s_articulos_880_AGR.htm

- Finney, Meyer, Smith y Fryer. Effect of foliar spryng on pawnee, wheat with urea solution on yield protein. Content and protein quality. Agronomy Journal 49: 341-347.
- Flower, 1998. The important of crop management and cultivar genetic potential in the production of with high protein concentration. En, Wheat protein production and Marketing, University, Extension, Press, u of Saskatchewan, Canada. Pág. 285-290.
- García. Avances en el manejo nutricional de los cultivos de trigo, Trabajo presentado en el Congreso “A Todo Trigo”. Federación de Centros y Entidades Gremiales de acopiadores de Cereales. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. 13-14 de Mayo 2004.
- Miguez 2004, Apuntes de clase, “Fertilización nitrogenada foliar en Trigo”. Profesor titular de La Cátedra de Cereales y Oleaginosas, de La Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. (INTA.), edición on-line, Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Sección Boletines Informativos. Evaluación de la nutrición nitrogenada en trigo por medio de un índice de verdor en hojas. Ings Agrs Adrián, Melchiori, Caviglia, Barbagelata, Paparotti, 2001. Boletín informativo. 1089-1090.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. (INTA.), Chacra Experimental. Integrada. Barrow. Edición on-line, Sección Información, documentos. Ensayo “Fertilización nitrogenada tardía en cultivares de trigo pan y candeal para calidad”, por los Ings. Agrs. Zamora, Bergh, Báez, Seghezzo y Molfese, 2001. Fecha de consulta: Mayo del 2006.
- http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/pdf/fert_tardia.pdf



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.
(INTA.), edición on-line, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela,
Información Técnica de trigo, campaña 2002, Sección Publicaciones Misceláneas
N° 96, artículo N°5. Ensayo: "Fertilización nitrogenada y azufrada en trigo.
Resultados de dosis y momentos de aplicación", por los Ings. Agrs. Keller y
Fontanetto. Fecha de consulta: Agosto del 2006.
<http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/trigo2002/n5.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.
(INTA.), edición on-line, Sección Desarrollo Rural, Publicaciones. Fertilización
complementaria en trigo. Presentación Jornadas técnicas para productores sobre
fertilización de cereales de invierno. 15 DIAP. Loewy, 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.
(INTA.), edición on-line, Sección Desarrollo Rural, Publicaciones. Ensayo:
"Efecto de la fertilización foliar complementaria sobre el rendimiento de trigo en
siembra directa" por los Ings. Agrs. Ferraris y Couretot, correspondiente a La
Campaña 2004-2005. Fecha de consulta: Septiembre del 2005.
http://www.inta.gov.ar/PERGAMINO/actividad/public_ext.htm
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.
(INTA.), edición on-line, Sección Desarrollo Rural, Proyecto Regional Agrícola,
CERBAN Publicaciones. Ensayo: "Evaluación del Efecto de un Fertilizante
Foliar Nitrogenado sobre el Rendimiento, la Calidad y la Eficiencia de Uso del
Nitrógeno en Trigo. Campaña 2006/07", por los Ings. Agrs. Ferraris, Couretot y
Ponsa, correspondiente a La Campaña 2006-2007. Fecha de consulta: Junio del
2007.
http://www.inta.gov.ar/PERGAMINO/actividad/public_ext.htm
- Nielsen, 1994. Introduction to the Chemical Analysis of Foods. Ed. Jones
and Bartlett Publishers. U.S.A. pp 209-212.
- S. ANDO Y CIA. S.A., Portal Web. Boletín Técnico, "Fertilización Foliar
en Trigo Pan y Candeal", productos evaluados YOGEN N° 1 y DIAMON N° 1.
Ings. Agrs. Bergh y Zamora, 2002. Fecha de consulta: Marzo del 2006.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

- http://www.andoycia.com.ar/notas_tecnicas.php
- Santos y Aguilar Manjares, Fertilización Foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos, Revista de La Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, México, III (17): 247, 255; 199, Julio.
- Savin, R.; Sorlino, D. M. (2003). Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina. 40-44.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (SAGPYA), Subsecretaría de Políticas Agropecuarias y Alimentos, Dirección Nacional de Mercados. Portal Web. Sección Programa Nacional de Calidad de Trigo. Características de la oferta y demanda mundial (con especial referencia a la situación argentina). Ing. García, Diciembre 2004. Fecha de consulta: Agosto del 2005.
- http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/dma/publicaciones/calidad_de_trigo/calidad_trigo.php
- TECHNIDEA, portal Web. Presentación del Fertilizante Daiamon N°1. Ensayo sobre “Evaluación del efecto de un fertilizante foliar nitrogenado sobre el rendimiento, sus componentes, la eficiencia de uso del nitrógeno y otros parámetros de cultivo en cebada cervecera y trigo.” Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino, proyecto regional agrícola. Proyecto Regional Agrícola, Ings. Agrs. Ferraris y Couretot. Fecha de consulta: Noviembre del 2005.
- <http://www.technidea.com.ar/Daimon/Ensayos-Daimon/Daimon-ensayo-02.pdf>
- TECHNIDEA, portal Web. Disertación presentada en la Jornada Technidea, “Fertilización nitrogenada en trigo, Su sintonía Fina”, Área de Investigación y Desarrollo Technidea, Ing. Agr. Mac Maney 28/06/05. Fecha de consulta: Agosto del 2006.
- <http://www.technidea.com.ar/Daimon/Jornada-28-06-05/index.htm>



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

- TECHNIDEA, portal Web. Ensayo presentado en la Jornada Technidea, “Fertilización complementaria en trigo”, Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Bordenave, Ings. Agrs. Loewy 28/06/05. Fecha de consulta: Julio del 2006.
- <http://www.technidea.com.ar/Daimon/Jornada-28-06-05/resumenes/jornada-Technidea-Tomas-Loewy.ppt>
- UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA. (UCA), portal Web, Facultad de Ciencias Agrarias, Revista Agrarias, Trabajo de Investigación, “Efecto de la fertilización nitrogenada tardía sobre el contenido de proteína en grano de trigo”, por el Ing. Agr. Miguez, Volumen 21 (2003). Fecha de consulta: Abril del 2006.
- <http://www.uca.edu.ar/esp/sec-fagrarias/esp/docsrevista/volumenes/tomo.php?numero=21-migues>
- Zadocks, Chang y Konzak, 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res. 14:415-421.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Anexo I Análisis estadísticos

Resultados estadísticos del Ensayo Miramar

- Variable rendimiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS KG/HA	20	0,26	0,06	69,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42775,39	4	10693,85	1,33	0,3047
TRATAMIENTO	42775,39	4	10693,85	1,33	0,3047
Error	120769,04	15	8051,27		
Total	163544,43	19			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
KG/HA	20	0,90	0,83	2,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1104248,05	7	157749,72	14,66	0,0001
BLOQUE	371630,86	3	123876,95	11,51	0,0008
TRATAMIENTO	732617,19	4	183154,30	17,02	0,0001
Error	129101,56	12	10758,46		
Total	1233349,61	19			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
KG/HA	20	0,59	0,49	4,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	732617,19	4	183154,30	5,49	0,0063
TRATAMIENTO	732617,19	4	183154,30	5,49	0,0063
Error	500732,42	15	33382,16		
Total	1233349,61	19			



UCA

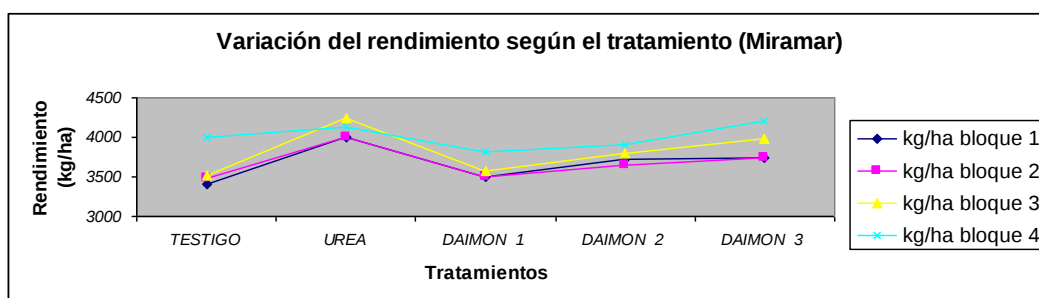
Facultad de Ciencias Agrarias

Test: Tukey Alfa: =0.05 DMS: =233.79167

Error: 10758.4635 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n			
DAIMON 1	3595.31	4	A		
TESTIGO	3600.00	4	A		
DAIMON 2	3768.75	4	A	B	
DAIMON 3	3918.75	4		B	C
UREA	4093.75	4			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)



- Variable peso de mil granos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS PESO/1000	20	0,56	0,45	31,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,71	4	0,43	4,87	0,0102
TRATAMIENTO	1,71	4	0,43	4,87	0,0102
Error	1,32	15	0,09		
Total	3,02	19			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO/1000	20	0.13	0.00	3.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.00	7	0.43	0.25	0.9636
BLOQUE	0.40	3	0.13	0.08	0.9717
TRATAMIENTO	2.61	4	0.65	0.37	0.8222
Error	20.87	12	1.74		
Total	23.87	19			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO/1000	20	0,11	0,00	3,01



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

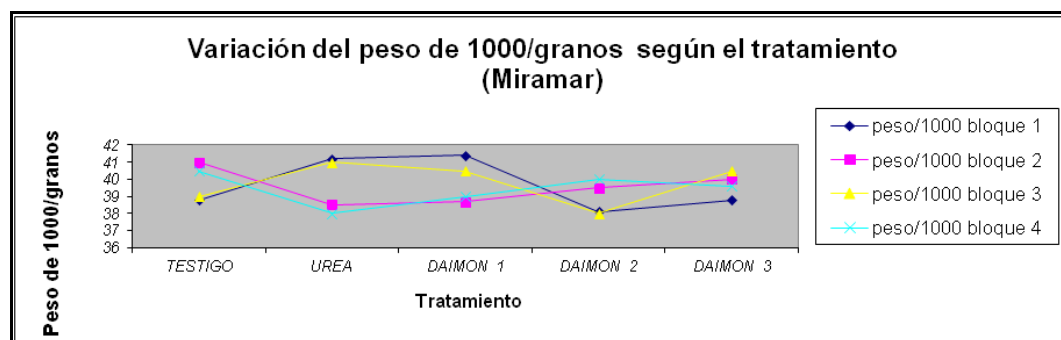
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,61	4	0,65	0,46	0,7641
TRATAMIENTO	2,61	4	0,65	0,46	0,7641
Error	21,26	15	1,42		
Total	23,87	19			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=2.97216

Error: 1.7388 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	
DAIMON 2	38.90	4	A
UREA	39.68	4	A
DAIMON 3	39.73	4	A
TESTIGO	39.83	4	A
DAIMON 1	39.90	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)



- Variable número de granos por hectárea.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS GRANOS/HA	20	0.06	0.00	89.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9047042,45	4	2261760,61	0,24	0,9083
TRATAMIENTO	9047042,45	4	2261760,61	0,24	0,9083
Error	138561764,69	15	9237450,98		
Total	147608807,14	19			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS/HA	20	0.86	0.78	3.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	763165680.45	7	109023668.64	10.69	0.00
BLOQUE	257434282.15	3	85811427.38	8.41	0.0028
TRATAMIENTO	505731398.30	4	126432849.57	12.40	0.00
Error	122371798.10	12	10197649.84		
Total	885537478.55	19			



UCA

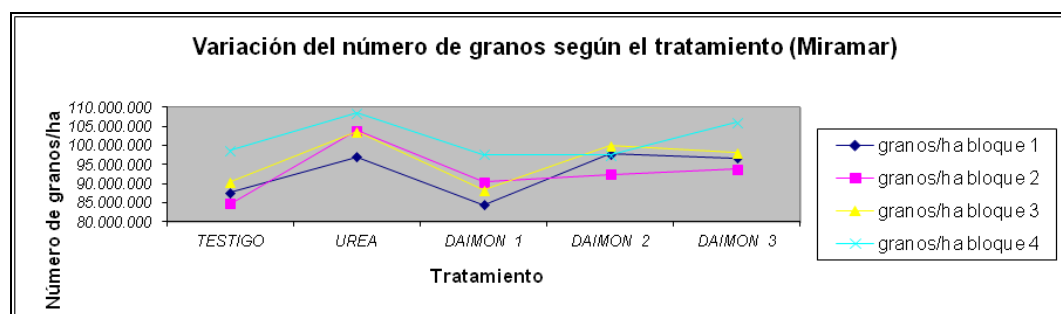
Facultad de Ciencias Agrarias

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS/HA	20	0,57	0,46	5,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	505731398,30	4	126432849,58	4,99	0,00
TRATAMIENTO	505731398,30	4	126432849,58	4,99	0,00
Error	379806080,25	15	25320405,35		
Total	885537478,55	19			



Test: Tukey Alfa: =0.05 DMS: =7197.86935

Error: 10197649.8417 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n		
DAIMON 1	90212.75	4	A	
TESTIGO	90383.75	4	A	
DAIMON 2	96918.50	4	A	B
DAIMON 3	98708.50	4		B
UREA	103298.25	4		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

- Variable porcentaje de proteína.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS %PROTEINA	20	0,30	0,11	67,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	4	0,02	1,61	0,2237
TRATAMIENTO	0,09	4	0,02	1,61	0,2237
Error	0,22	15	0,01		
Total	0,31	19			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%PROTEINA	20	0.30	0.00	2.17



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.33	7	0.05	0.73	0.6501
BLOQUE	0.16	3	0.05	0.83	0.5012
TRATAMIENTO	0.17	4	0.04	0.66	0.6342
Error	0.78	12	0.06		
Total	1.11	19			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%PROTEINA	20	0,15	0,00	2,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

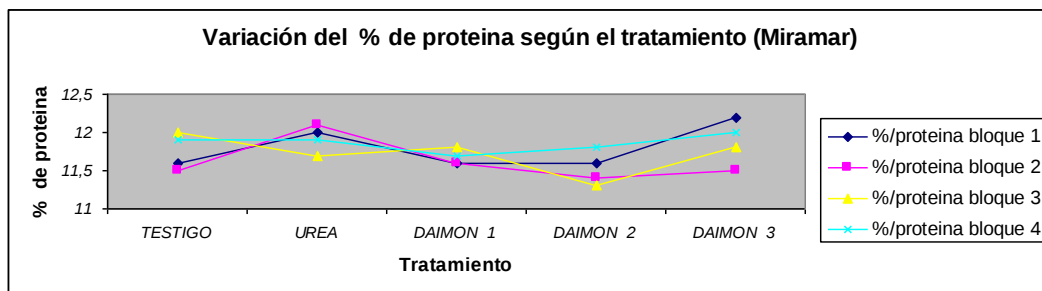
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,17	4	0,04	0,68	0,6176
TRATAMIENTO	0,17	4	0,04	0,68	0,6176
Error	0,94	15	0,06		
Total	1,11	19			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=0.57392

Error: 0.0648 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	
DAIMON 2	11.63	4	A
DAIMON 1	11.68	4	A
TESTIGO	11.75	4	A
UREA	11.83	4	A
DAIMON 3	11.88	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)





UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

- Análisis de correlación.

Coeficientes de correlación				
Correlación de Pearson: coeficientes \ probabilidades				
	Kg./HA	PESO/1000	GRANOS/HA	%PROTEÍNA
Kg./HA	1	0,82	1,40E-08	0,25
PESO/1000	0,05	1	0,13	0,32
GRANOS/HA	0,92	-0,35	1	0,13
%PROTEÍNA	0,27	-0,24	0,35	1

Resultados estadísticos Del ensayo Carabela

- Variable rendimiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_KG/HA	16	0,25	0,07	71,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	204488,67	3	68162,89	1,37	0,2998
TRATAMIENTO	204488,67	3	68162,89	1,37	0,2998
Error	598235,94	12	49852,99		
Total	802724,61	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
KG/HA	16	0,58	0,30	10,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2039137,50	6	339856,25	2,08	0,1550
BLOQUE	898431,25	3	299477,08	1,84	0,2109
TRATAMIENTO	1140706,25	3	380235,42	2,33	0,1426
Error	1468356,25	9	163150,69		
Total	3507493,75	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
KG/HA	16	0,33	0,16	11,17



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

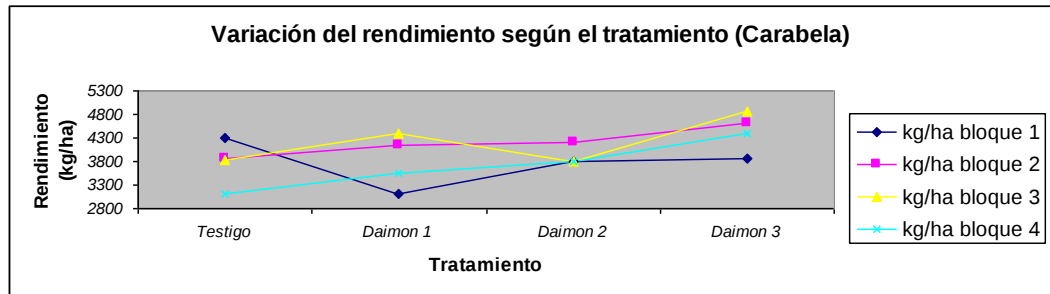
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1140706,25	3	380235,42	1,93	0,1790
TRATAMIENTO	1140706,25	3	380235,42	1,93	0,1790
Error	2366787,50	12	197232,29		
Total	3507493,75	15			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=891.65156

Error: 163150.6944 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	
TESTIGO	3776.25	4	A
DAIMON 1	3797.50	4	A
DAIMON 2	3897.50	4	A
DAIMON 3	4431.25	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)



- Variable peso de los mil granos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_PESO/1000	16	0.14	0.00	72.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,69	3	0,56	0,63	0,6107
TRATAMIENTO	1,69	3	0,56	0,63	0,6107
Error	10,75	12	0,90		
Total	12,44	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO/1000	16	0.61	0.36	4.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45.50	6	7.58	2.39	0.1153
BLOQUE	11.50	3	3.83	1.21	0.3606
TRATAMIENTO	34.00	3	11.33	3.58	0.0597
Error	28.50	9	3.17		
Total	74.00	15			

Análisis de la varianza



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO/1000	16	0,46	0,32	4,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

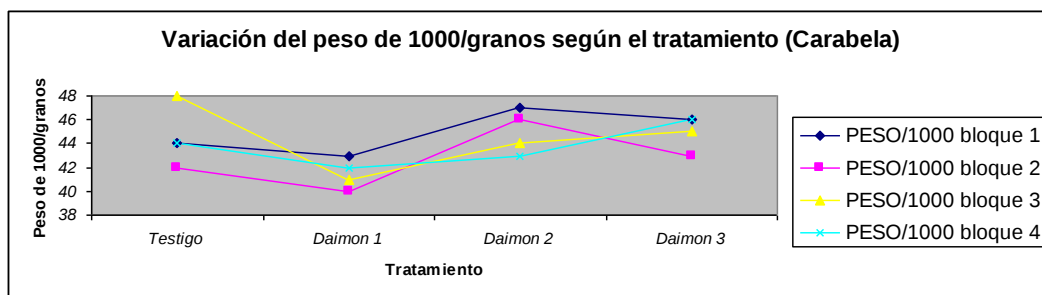
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,00	3	11,33	3,40	0,0535
TRATAMIENTO	34,00	3	11,33	3,40	0,0535
Error	40,00	12	3,33		
Total	74,00	15			

Test: Tukey Alfa: =0.05 DMS: =3.92828

Error: 3.1667 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	
DAIMON 1	41.50	4	A
TESTIGO	44.50	4	A
DAIMON 3	45.00	4	A
DAIMON 2	45.00	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)



- Variable número de granos por hectárea.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS GRANOS/HA	16	0,49	0,37	42,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5827438,50	3	1942479,50	3,92	0,0366
TRATAMIENTO	5827438,50	3	1942479,50	3,92	0,0366
Error	5946775,00	12	495564,58		
Total	11774213,50	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS/HA	16	0.56	0.27	10.48



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41850018.50	6	6975003.08	1.91	0.1842
BLOQUE	21985648.25	3	7328549.42	2.00	0.1839
TRATAMIENTO	19864370.25	3	6621456.75	1.81	0.2152
Error	32900921.25	9	3655657.92		
Total	74750939.75	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRANOS/HA	16	0,27	0,08	11,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

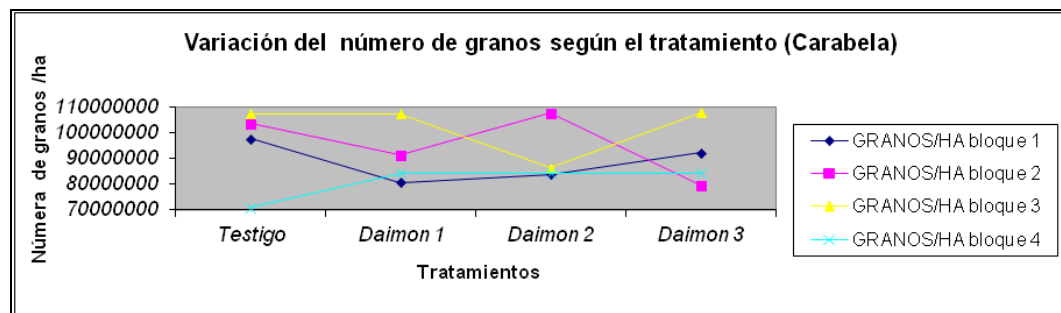
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19864370,25	3	6621456,75	1,45	0,2779
TRATAMIENTO	19864370,25	3	6621456,75	1,45	0,2779
Error	54886569,50	12	4573880,79		
Total	74750939,75	15			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=4220.69031

Error: 3655657.9167 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	
TESTIGO	17012.75	4	A
DAIMON 2	17333.75	4	A
DAIMON 1	18876.50	4	A
DAIMON 3	19734.50	4	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)



- Variable porcentaje de proteína.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_%PROTEINA	16	0,18	0,00	84,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,12	3	0,04	0,86	0,4901
TRATAMIENTO	0,12	3	0,04	0,86	0,4901
Error	0,56	12	0,05		
Total	0,68	15			



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%PROTEINA	16	0.77	0.62	3.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.24	6	0.87	5.07	0.0154
BLOQUE	0.19	3	0.06	0.36	0.7848
TRATAMIENTO	5.06	3	1.69	9.78	0.0034
Error	1.55	9	0.17		
Total	6.79	15			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%PROTEINA	16	0.74	0.68	2.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

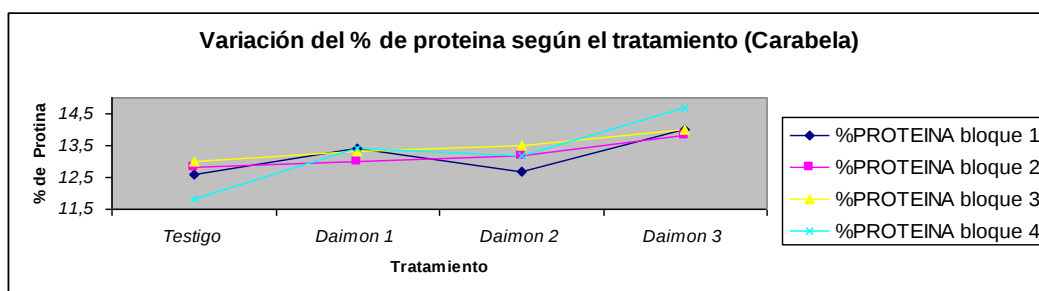
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,06	3	1,69	11,65	0,0007
TRATAMIENTO	5,06	3	1,69	11,65	0,0007
Error	1,74	12	0,14		
Total	6,79	15			

Test: Tukey Alfa: =0.05 DMS: =0.91611

Error: 0.1722 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	
TESTIGO	12.55	4	A
DAIMON 2	13.15	4	A
DAIMON 1	13.28	4	A B
DAIMON 3	14.13	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)





UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

- Análisis de correlación.

Coeficientes de correlación				
Correlación de Pearson: coeficientes \ probabilidades				
	Kg./HA	PESO/1000	GRANOS/HA	%PROTEÍNA
Kg./HA	1	0,94	7,90E-06	0,04
PESO/1000	0,02	1	0,1	0,6
GRANOS/HA	0,88	-0,42	1	0,08
%PROTEÍNA	0,51	0,14	0,44	1



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Anexo II

A continuación se representa el cálculo realizado para determinar la cantidad de nitrógeno que se aporta con cada uno de los tratamientos.

1 lts de Daimon	=	1,14 kg
15 lts de Daimon	X =	17,10 kg
30 lts de Daimon	X =	34,20 kg
60 lts de Daimon	X =	68,40 kg

100 kg	=	20,50 kg de Amonio
17,1 kg	X =	3,51 kg de Amonio
34,2 kg	X =	7,01 kg de Amonio
68,4 kg	X =	14,02 kg de Amonio

H ₄	(4 X 1,0079)	=	4
N	(1 X 14)	=	14
TOTAL NH ₄		=	18

18,036 kg de Amonio	=	14,00 kg de Nitrógeno
3,51 kg de Amonio	X =	2,72 kg de Nitrógeno
7,011 kg de Amonio	X =	5,44 kg de Nitrógeno
14,02 kg de Amonio	X =	10,88 kg de Nitrógeno



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>*CANTIDAD DE NITRÓGENO APLICADO</i>
<i>TESTIGO</i>	<i>0.00 Kg. / N / HA</i>
<i>UREA</i>	<i>46 Kg. / N / HA</i>
<i>DAIMON 1</i>	<i>2.72 Kg. / N / HA</i>
<i>DAIMON 2</i>	<i>5.44 Kg. / N / HA</i>
<i>DAIMON 3</i>	<i>10.88 Kg. / N / HA</i>

*Solo se computa el nitrógeno aplicado posterior a la fertilización de base, aplicada a la siembra.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Anexo III

A continuación se representa el cálculo realizado para determinar La Eficiencia en el Uso del Nitrógeno e Índice de Cosecha del Nitrógeno.

Tabla de resultados del ensayo Miramar

Bloque	Tratamiento	Kg diferencia/testigo	/	N aplicado/ha	=	Eficiencia en el uso del nitrógeno [%]
I	TESTIGO	--		--		--
I	UREA	600	/	46	=	0,13
I	DAIMON 1	100	/	2,72	=	0,37
I	DAIMON 2	325	/	5,44	=	0,60
I	DAIMON 3	350	/	10,88	=	0,32
II	TESTIGO	--		--		--
II	UREA	525	/	46	=	0,11
II	DAIMON 1	25	/	2,72	=	0,09
II	DAIMON 2	175	/	5,44	=	0,32
II	DAIMON 3	275	/	10,88	=	0,25
III	TESTIGO	--		--		--
III	UREA	725	/	46	=	0,16
III	DAIMON 1	50	/	2,72	=	0,18
III	DAIMON 2	275	/	5,44	=	0,51
III	DAIMON 3	450	/	10,88	=	0,41
IV	TESTIGO	--		--		--
IV	UREA	125	/	46	=	0,03
IV	DAIMON 1	-193,75	/	2,72	=	-0,71
IV	DAIMON 2	-100	/	5,44	=	-0,18
IV	DAIMON 3	200	/	10,88	=	0,18



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Bloque	Tratamiento	Kg diferencia/ testigo	X	% Proteína	X	% de N en la Proteína	=	Índice de cosecha del N [%]
I	TESTIGO	--		--		--		--
I	UREA	600	X	12	X	5,70 *	=	0,041
I	DAIMON 1	100	X	11,6	X	5,70 *	=	0,007
I	DAIMON 2	325	X	11,6	X	5,70 *	=	0,021
I	DAIMON 3	350	X	12,2	X	5,70 *	=	0,024
II	TESTIGO	--		--		--		--
II	UREA	525	X	12,1	X	5,70 *	=	0,036
II	DAIMON 1	25	X	11,6	X	5,70 *	=	0,002
II	DAIMON 2	175	X	11,4	X	5,70 *	=	0,011
II	DAIMON 3	275	X	11,5	X	5,70 *	=	0,018
III	TESTIGO	--		--		--		--
III	UREA	725	X	11,3	X	5,70 *	=	0,047
Bloque	Tratamiento	Kg diferencia/ testigo		% Proteína		% de N en la Proteína		Índice de cosecha del N [%]
III	DAIMON 1	50	X	11,8	X	5,70 *	=	0,003
III	DAIMON 2	275	X	11,7	X	5,70 *	=	0,018
III	DAIMON 3	450	X	11,8	X	5,70 *	=	0,030
IV	TESTIGO	--		--		--		--
IV	UREA	125	X	11,9	X	5,70 *	=	0,008
IV	DAIMON 1	-193,75	X	11,7	X	5,70 *	=	-0,013
IV	DAIMON 2	-100	X	11,8	X	5,70 *	=	-0,007
IV	DAIMON 3	200	X	12	X	5,70 *	=	0,014



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tabla de resultados del ensayo Carabela

Bloque	Tratamiento	Kg diferencia /testigo	/	N aplicado/ha	=	Eficiencia en el uso del nitrógeno [%]
I	TESTIGO	--		--		--
I	DAIMON 1	-1170	/	2,72	=	-4,30
I	DAIMON 2	-495	/	5,44	=	-0,91
I	DAIMON 3	-435	/	10,88	=	-0,40
II	TESTIGO	--		--		--
II	DAIMON 1	260	/	2,72	=	0,96
II	DAIMON 2	320	/	5,44	=	0,59
II	DAIMON 3	750	/	10,88	=	0,69
III	TESTIGO	--		--		--
III	DAIMON 1	575	/	2,72	=	2,11
III	DAIMON 2	-20	/	5,44	=	-0,04
III	DAIMON 3	1030	/	10,88	=	0,95
IV	TESTIGO	--		--		--
IV	DAIMON 1	420	/	2,72	=	1,54
IV	DAIMON 2	680	/	5,44	=	1,25
IV	DAIMON 3	1275	/	10,88	=	1,17



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Bloque	Tratamiento	Kg diferencia/ testigo	X	% de Proteína	X	% de N en la Proteína	=	Índice de cosecha del N [%]
I	TESTIGO	--		--		--		--
I	DAIMON 1	-1170	X	13,4	X	5,70 *	=	-0,089
I	DAIMON 2	-495	X	12,7	X	5,70 *	=	-0,036
I	DAIMON 3	-435	X	14	X	5,70 *	=	-0,035
II	TESTIGO	--		--		--		--
II	DAIMON 1	260	X	13	X	5,70 *	=	0,019
II	DAIMON 2	320	X	13,2	X	5,70 *	=	0,024
II	DAIMON 3	750	X	13,8	X	5,70 *	=	0,059
Bloque	Tratamiento	Kg diferencia/t estigo		% de Proteína		% de N en la Proteína		Índice de cosecha del N [%]
III	TESTIGO	--		--		--		--
III	DAIMON 1	575	X	13,3	X	5,70 *	=	0,044
III	DAIMON 2	-20	X	13,5	X	5,70 *	=	-0,002
III	DAIMON 3	1030	X	14	X	5,70 *	=	0,082
IV	TESTIGO	--		--		--		--
IV	DAIMON 1	420	X	13,4	X	5,70 *	=	0,032
IV	DAIMON 2	680	X	13,2	X	5,70 *	=	0,051
IV	DAIMON 3	1275	X	14,7	X	5,70 *	=	0,107

* Fuente consultada Nielsen, S.S. 1994



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Anexo IV

Revisión sobre el tema

1 Mercado de trigo.

Como país productor y exportador, la Argentina debe competir con Canadá, que realiza más de 60 segregaciones siendo el productor de trigo de mejor calidad del mundo. EE.UU. lo sigue con 19 segregaciones, Australia con 8 clases distintas según la aptitud de uso final y Europa que ofrece diversidad y garantía de calidad. Por otro lado compite con Rusia, Kazajstan y Ucrania por mercados de bajos precios.

En nuestro país ha prevalecido siempre el concepto de mezcla y pérdida de identidad, si bien hay que destacar que en los últimos años, se ha iniciado un proceso de diferenciación, con un nuevo estándar de bonificaciones y castigos.

2 Estándar Argentino

Actualmente encontramos 3 grados de calidad en trigo pan, los cuales fueron promovidos por la Asociación Argentina de Productores de Trigos (AAPROTRIGO), el INTA y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA), a través del Programa Nacional de Calidad de Trigo.

Estos grupos son:

Grados 1 - TDA1 Superior (Trigo Duro Argentino 1 Superior):

Se define como integrantes de esta clase a las variedades del GRUPO 1 de Calidad con 3 bandas de proteína entre 10,5%-11,5%, 11,6%-12,5% y más de 12,5%. Este grupo es de Panificación Industrial.

Grados 2 - TDA2 Especial (Trigo Duro Argentino 2 Especial):

Clase formada por las variedades del GRUPO 1 y 2, con las siguientes bandas de proteína: 10% a 11%, 11,1% a 12% y más de 12%. Este grupo es de Panificación Tradicional con más de 8 horas de fermentación.

Grados 3 - TDA3 Standard (Trigo Duro Argentino 3 Standard):

Clase integrada por las variedades del GRUPO 3 con dos bandas de proteína: 10%-11% y más 11%. Este grupo es de Panificación Directa con menos de 8 horas de fermentación.

Los rubros de calidad que determinan el grado son:



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

1 Peso hectolitro: Es el peso de un volumen de CIEN (100) litros de trigo tal cual, expresado en kilogramos por hectolitro.

2 Materias extrañas: Son aquellos granos o pedazos de granos que no son de trigo pan y toda otra materia inerte.

3 Granos dañados: Son aquellos granos o pedazos de granos que presentan una alteración sustancial en su constitución. Se consideran como tales a los ardidos y/o dañados por calor, granos verdes, helados, brotados, calcinados, roídos por isoca y roídos en su germen.

3.1 Granos ardidos y/o dañados por calor: Son aquellos granos o pedazos de granos que presentan un oscurecimiento en su tonalidad natural, debido a un proceso fermentativo o a la acción de elevadas temperaturas.

3.2 Granos verdes: Son aquellos que presentan una manifiesta coloración verdosa debida a inmadurez fisiológica.

3.3 Granos helados: Son aquellos que presentan concavidades pronunciadas en sus caras laterales.

3.4 Granos brotados: Son aquellos en los que se ha iniciado el proceso de germinación. Tal hecho se manifiesta por una ruptura de la cubierta del germen, a través de la cual asoma el brote.

3.5 Granos calcinados: Son los que presentan una coloración blanquecina, a veces con zonas de color rosado, cuyos endospermas presentan aspecto yesoso y que pueden desmenuzarse cuando se ejerce una leve presión sobre ellos.

3.6 Granos roídos por isoca: Son aquellos carcomidos por larvas de insectos que atacan al cereal en planta y cuya parte afectada se presenta negruzca o sucia.

3.7 Granos roídos en su germen: Son aquellos cuyo germen ha sido destruido o roído manifiestamente por acción de larvas.

4 Granos con carbón: Son aquellos transformados en una masa pulverulenta de color negro a causa del ataque del hongo *Tilletia* spp. Su aspecto exterior es redondeado y de un color grisáceo.

5 Granos quebrados y/o chuzos: Son aquellos granos o pedazos de granos (no dañados) de trigo pan que pasan por una zaranda.

6 Granos panza blanca: Son aquellos que se caracterizan por su textura almidonosa en una mitad o más del grano, que se aprecia por una coloración externa amarillenta definida.

Los rubros de calidad que son excluyentes del grado, al superar los máximos establecidos:

1 Insectos y/o arácnidos vivos: Son aquellos que atacan a los granos almacenados (gorgojos, carcomas, etcétera).

2 Granos picados: Son aquellos que presentan perforaciones causadas por el ataque de insectos.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

3 Punta sombreada por tierra: Se considera como tal a todo lote que presente una elevada proporción de granos cuyos cepillos muestren una coloración característica producida por tierra adherida a los mismos.

4 Punta negra por carbón: Se considera como tal a todo lote que presente una elevada proporción de granos cuyos cepillos muestren una coloración negruzca, como consecuencia de tener adheridos a los mismos esporos del hongo *Tilletia* spp .

5 Revolcado en tierra: Se considera como tal a todo lote que presenta una elevada proporción de granos que llevan tierra adherida en la mayor parte de su superficie.

6 Olores comercialmente objetables: Son aquellos que por su intensidad y persistencia afectan su normal utilización.

7 Productos que alteran la condición natural del grano: Son aquellos que resultan tóxicos o perniciosos y que impiden su normal utilización.

8 Otras causas de calidad inferior: Es toda otra condición del grano que no ha sido contemplada en forma específica en este apartado y que desmerezca su calidad

Las bonificaciones y rebajas por grado:

Grado 1: Bonificación uno coma cinco por ciento (1,5 %).

Grado 2: Sin Bonificación ni Rebaja.

Grado 3: Rebaja uno por ciento (1 %).

3 Mercado interno.

El cultivo de trigo es una herramienta para el sistema agrícola y para el manejo empresarial del productor. De este modo, no solo debemos acercarnos a los inconvenientes de esta campaña sino a la problemática del corto y mediano plazo. Los desafíos a atender son: sistemas de producción, problemas de enfermedades y plagas, uso eficiente de los recursos (agua, nitrógeno, etc.), nuevos Standard de calidad y producción orientada al cliente (Mac Maney 2006).

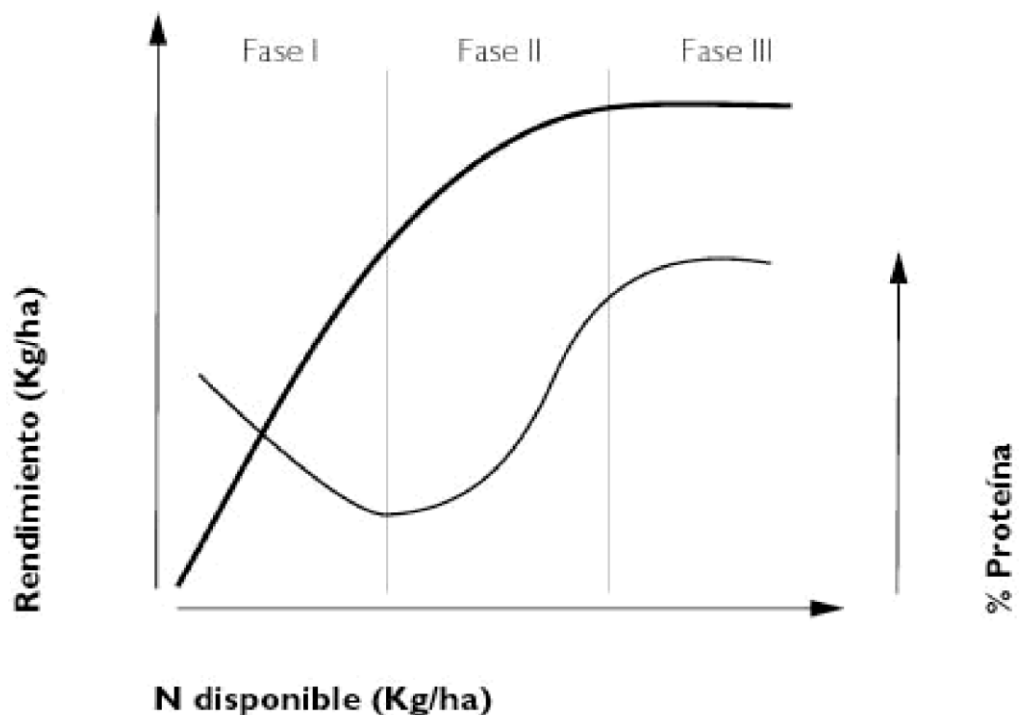
La producción de trigos de calidad puede ser una estrategia para acceder a nichos de mercado con sobrepuestos que mejoren la rentabilidad del cultivo. Para definir calidad es necesario ubicarnos en algún lugar de la cadena agroalimentaria del trigo.

La calidad puede entenderse como la capacidad que tiene el producto de satisfacer las necesidades de los consumidores o usuarios. Para el productor agropecuario un trigo de calidad será aquel que le permita alcanzar altos rendimientos y mayores márgenes de ganancia. Para la industria molinera, las propiedades consideradas serán por ejemplo, rendimiento en la molienda, peso de mil granos, ceniza en grano entero, el color de la harina, etc. Desde el punto de vista de calidad panadera, los atributos más importantes a tener en cuenta son el contenido de proteínas del grano, cantidad y calidad de gluten, las propiedades reológicas de la masa medidas por el alveógrafo y farinógrafo (estabilidad), y el ensayo de panificación.

4 Nitrógeno

El cultivo de trigo necesita absorber 30 Kg de nitrógeno por tonelada de grano a producir. Si la tasa de acumulación es inferior (25 kg/tn), el contenido de proteína resultante en los granos cosechados será normalmente menor al 10% (Darwich 2005).

Los bajos contenidos de proteína en grano, se presentan principalmente cuando existe baja fertilidad del suelo o bajo contenido de nitrógeno en etapas posteriores a la aparición del primer nudo del tallo de la planta (Flower, 1998). Es por esto que es necesario aplicar el fertilizante nitrogenado de tal manera que este permita un desarrollo óptimo de la planta y una adecuada acumulación de proteína en el grano. Bergh (1998), estableció una relación lineal entre el incremento en el contenido proteico del grano y la dosis de nitrógeno aplicado cuando los niveles de rendimiento no superan los 35 qq/ha.



fuentes: Stone and Savin, 1999. Grain quality and its physiological determinants. En: Wheat: Ecology and physiology of yield and quality to short periods of post-anthesis heat stress. Australian Journal of Plant Physiology, 21: 887-900.

Figura N°1. Relación entre el rendimiento y porcentaje de proteína según disponibilidad de nitrógeno en el suelo.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

La obtención de granos con porcentaje de proteína superior al 12.5%, con niveles de rendimiento superiores a 50 qq/ha, requiere de aplicaciones fraccionadas de nitrógeno al suelo como a la planta (Darwich 2005). Numerosos ensayos (Echeverría y Studdert, 1998; Loewy 2000; Bergh et al., 2000; Mac Maney, 2006) han demostrado la necesidad de aplicaciones de nitrógeno tanto a la siembra como en etapas de llenado de granos, para lograr los objetivos. El incremento en el nitrógeno en los granos de trigo, generalmente mejora su calidad panadera (Finney et al, 1957).

5 Fertilización foliar.

La fertilización foliar es una práctica rápida y eficiente de agregar nutrientes en momentos estratégicos del cultivo, con el objetivo de maximizar su eficiencia agronómica (kg/grano; kg de nutriente agregado), obtener un alto retorno económico por capital invertido y cuidar el ambiente (Ferraris y Couretot 2006)

La fertilización foliar se ha practicado desde hace muchos años, en 1844 se reporta en Francia la aplicación de sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir clorosis. Esta práctica se ha vuelto muy común en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto (Sanatos y Manjerez 2000). La fertilización foliar no sustituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero si es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se puede abastecer mediante la fertilización común al suelo (Echeverría 2006).

El abastecimiento de nutrientes vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que lo rodea. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrientes y cultivos bajo ciertas etapas de desarrollo de la planta y del medio, sea ventajoso y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica (Santos y Manjarres, 1999).

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el rendimiento de las cosechas, y que muchos problemas de la fertilización de suelo se puede resolver fácilmente mediante la fertilización foliar.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

6 Objetivos de la fertilización foliar.

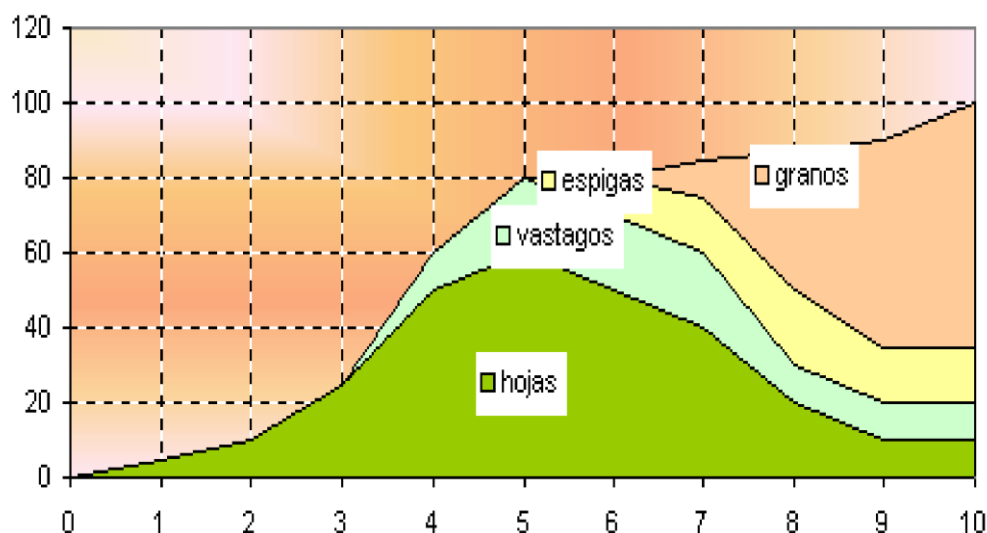
La fertilización foliar permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunos de estos propósitos se indican a continuación:

- *Corregir las deficiencias de nutrientes que se producen en un momento dado en el desarrollo de la planta.
- *Corregir requerimientos de nutrientes que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo.
- *Abastecer a las plantas de nutrientes que retienen o se fijan en el suelo.
- *Mejorar la calidad del producto.
- *Acelera o retarda alguna etapa fisiológica de la planta.
- *Hacer eficiente el aprovechamiento de los nutrientes del fertilizante.
- *Corregir problemas fitopatológicos de los cultivos (deficiencias de cobre, azufre y nitrógeno).
- *Respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar los rendimientos de cosecha.

La fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito y el problema nutricional que se quiera resolver o corregir en los cultivos; ya que es una alternativa para tener en cuenta como:

- *Única fertilización: en lotes bien provistos de nitrógeno.
- *Fertilización complementaria: de una de base en lotes muy deficitarios o cuando el potencial del cultivo es muy alto.
- *Correctora: de deficiencias en aplicaciones tardías buscando aumentos de rendimientos.
- *Mejoradora: del tenor de proteínas en los granos cuando se fertilice con dosis suficiente, centrado en la antesis del cultivo. Esto es debido a que si hay poco nitrógeno, este va mayoritariamente a generar estructuras del grano y no gluten (la relación estaría fijada genéticamente).

Distribución del Nitrógeno en Planta



1- Macollaje 6- Floración	3- 1-2 nudos 9- Grano pastoso	4- Vaina emergida 10- Madurez fisiológica
------------------------------	----------------------------------	--

Figura N°2: Distribución de nitrógeno en planta a lo largo de ciclo del cultivo (Fernando Miguez 2004).

El nitrógeno tiene distintos destinos a lo largo de su ciclo, pero es en las últimas etapas cuando el nitrógeno absorbido se transloca hacia los granos.

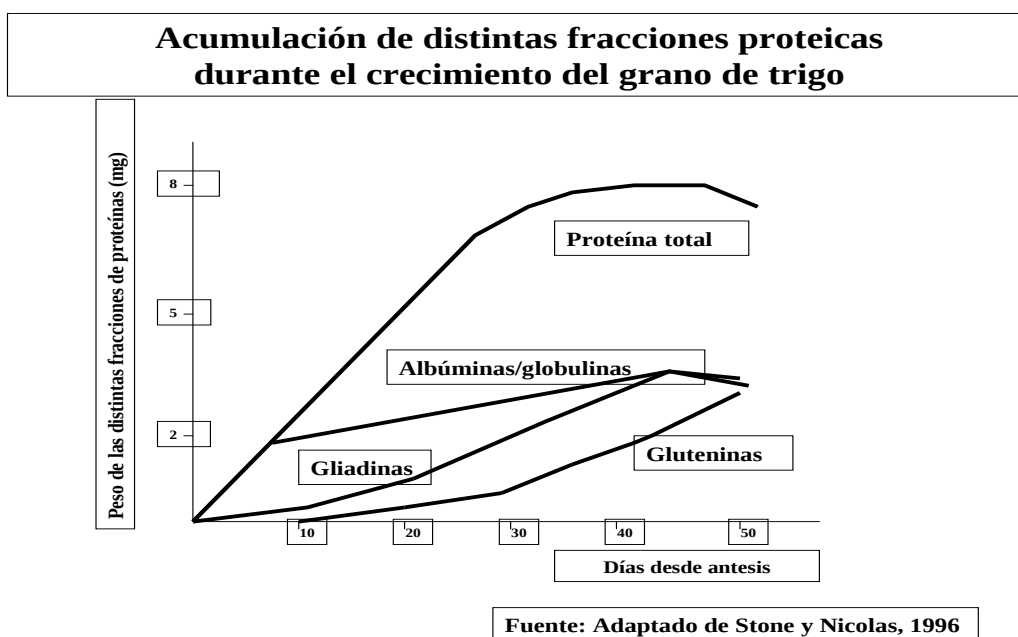


Figura N°3: Acumulación de las distintas fracciones proteicas del grano, posterior a la antesis.



7 Fertilización nitrogenada y objetivos agronómicos.

Han surgido fertilizantes foliares que pueden ser utilizados junto a fungicidas, logrando hacer dos aplicaciones de agroquímicos con una sola aplicación.

Existen distintas formas de presentación de los fertilizantes nitrogenados, como su forma y momento de aplicación. La combinación de estas variables afecta los objetivos agronómicos (Mac Maney 2006).

Estrategias de fertilización nitrogenada

MOMENTO	PRODUCTO	FORMA APLICACIÓN	POSIBLE SIMULTANEIDAD CON:	OBJETIVOS AGRONÓMICOS
SIEMBRA	SÓLIDO	VOLEO LÍNEA		NÚMERO DE GRANOS
MACOLLAJE	SÓLIDO	VOLEO	HERBICIDA FUNGICIDA	NÚMERO DE GRANOS
	LÍQUIDO	CHORREADO		
	FOLIAR	PULVERIZADO ¹		
PERÍODO 20 DÍAS PREANTESIS	FOLIAR	PULVERIZADO	FUNGICIDA	NÚMERO DE GRANOS PESO DE GRANOS
ANTESIS	FOLIAR	PULVERIZADO	FUNGICIDA	PESO DE GRANOS NÚMERO DE GRANOS CALIDAD
POST ANTESIS	FOLIAR	PULVERIZADO		PESO DE GRANOS CALIDAD

¹Sólo en macollaje tardío

Figura N°4: Estrategias de fertilización nitrogenada.

Se debe pensar en nuevas formas de manejo de la fertilización nitrogenada que deben contemplar los requerimientos del cultivo para granos y sumarle los requerimientos de un mínimo de calidad.

Estas necesidades se deberían satisfacer con el nitrógeno disponible a la siembra, la fertilización de base, la mineralización de la materia orgánica y la fertilización foliar.

El objetivo es asegurar la disponibilidad de nutrientes durante todo el ciclo del cultivo y, principalmente, durante el periodo crítico para números de granos.

El manejo debe contemplar la disponibilidad de nitrógeno para asegurar cantidad mínima de proteínas y no tener problemas comerciales, principalmente los grupos de calidad III (Darwich 2005).



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Echeverría, et al (1998), encontraron una estrecha correlación entre el contenido de nitrógeno en hoja bandera durante el estadio de grano lechoso y el porcentaje de proteína al momento de la cosecha. Trabajos posteriores de Bergh (1998), demostraron que cuando el cultivo de trigo no es expuesto a déficit hídrico durante el llenado de granos, la concentración de nitrógeno en hoja bandera durante ese periodo puede ser utilizado como predictor del contenido final de proteína de los granos.

El contenido de nitrógeno en hoja bandera durante el estadio de grano lechoso, a su vez fue correlacionado por varios autores (Echeverría y Studdert 1998; Bergh 1998) con el porcentaje de proteína del grano al momento de la cosecha. La estimación de nitrógeno total, en base a la concentración de clorofila en hoja bandera, mediante lecturas con un medidor de clorofila (*Minolta SPAD 520*) da una excelente correlación (Darwich 2005).

Echeverría, Studdert, Bergh 2001, han demostrado que el índice de verdor determinado con el lector de clorofila, (*Minolta SPAD 520*), pueden predecir la concentración de nitrógeno en hoja bandera y estimar el porcentaje de proteína en grano.

8 Ventaja de la fertilización foliar

Parámetros de eficiencia, ellos son:

- *Disminuye la pérdida de nutrientes (lixiviación y/o volatilización).
- *Los nutrientes se absorben en forma inmediata a través de la superficie foliar.
- *Absorción de nutrientes independiente de su dinámica del suelo.
- *Permite incorporar nutrientes cuando las necesidades no pueden ser cubiertas por la capacidad de absorción de la planta (periodo crítico).
- *La absorción no requiere gastos de energía.
- *No es utilizado por las malezas, evitando competencias y absorción del nutriente.

Parámetros económicos, ellos son:

- *Menor costo.
- *Disminuye el riesgo económico.

Parámetros manejo y logística, ellos son:

- *Permite ser aplicado en condiciones adversas (sequías, falta de piso).
- *Mayor capacidad operativa del equipo.
- *Logística: menor manipuleo del producto.
- *Compatibilidad con otros fitosanitarios.
- *Menor daño al cultivo.

La fertilización foliar complementa la fertilización edáfica para sobrepasar los rendimientos y calidades subóptimas (Mac Maney 2006).