



### EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR SOBRE LA SANIDAD, EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CEBADA CERVECERA. ENSAYO 1. CAMPAÑA 2005/06

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot \*

#### Introducción

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, hacen que su manejo eficiente sea estratégico para alcanzar una adecuada rentabilidad de los cultivos de grano.

Los nutrientes que mayor impacto han demostrado en la región pampeana argentina son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S). Sin embargo, la tradición de fertilización con la filosofía de mínima dosis o a lo sumo de suficiencia, y la amplia difusión del cultivo más extractivo y menos fertilizado como es la soja, originan campaña tras campaña una disminución en la disponibilidad de otros nutrientes que tradicionalmente no han sido tenidos en cuenta en los planteos de fertilización. Es probable que en algún momento estos nutrientes comiencen a ser deficientes en la región pampeana de mantenerse esta tendencia.

Debido a la necesidad de sostener altas tasas de absorción en períodos relativamente breves de tiempo, solamente compatibles con la absorción por raíz, los macronutrientes como N, P, potasio (K) y mesonutrientes como S, Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) deben ser aplicados al suelo. Sin embargo, la forma más eficiente, práctica y económica de incorporar micronutrientes es la vía foliar.

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 estados fenológicos de elevada demanda nutricional, haciendo así una suplementación estratégica del cultivo.
3. Incorporar N en etapas cercanas o durante el período reproductivo, con el objetivo de incrementar la calidad del producto cosechado.

Si bien la fertilización foliar se encuentra en una etapa experimental en la región pampeana, diversos trabajos realizados localmente y en el exterior muestran resultados positivos en rendimiento y calidad por la utilización de esta práctica. En la actualidad, se están conduciendo un número importante de trabajos de investigación que permitirán aportar mayor información y dimensionar el impacto real de esta nueva tecnología. En ese contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto sobre el rendimiento y la calidad de diferentes estrategias de aplicación de dos fertilizantes foliares sobre el rendimiento y la calidad de cebada cervecera.

#### Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos de campo, cada uno de ellos sobre la base de diferentes estrategias de uso un fertilizante foliar, 1. Fertilizante foliar "Fertideg", formulado fundamentalmente a partir de micronutrientes y 2. Fertilizante foliar nitrogenado. Los ensayos fueron realizados en la Escuela Agrotécnica Salesiana "Concepción G. de Unzué", ubicada en la localidad de La Trinidad, partido de General Arenales, sobre un suelo serie Rojas, Argiudol típico. La composición textural del sitio experimental, determinada en

laboratorio estuvo integrada por 20 % de arcilla, 30,6 % de arena fina, 0,5 % de arena gruesa y 48,9 % de limo.

Se sembró la variedad Scarlett, el 8 de junio de 2005 en SD, con antecesor Soja de primera. Como fertilización de base se mantuvo la dosis del lote de producción, consistente en 50 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (12-23-0) incorporados a la siembra y 120 kg ha<sup>-1</sup> de Urea (46-0-0) al voleo en macollaje (Zadoks 23, Zadoks et al., 1989). Al momento de la siembra se realizó un análisis químico de suelo por bloque, cuyos resultados promedio se expresan en la Tabla 1.

Tabla 1: Análisis de suelo al momento de la siembra

Prof	pH	Conductividad (Ds/m)	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos	S-Sulfatos
agua 1:2,5		%			ppm	ppm	ppm
0-20	5,9	0,10	2,4	0,10	6,5	17,3	10,9
20-40						10,9	
40-60						6,4	

Las aplicaciones de fertilizante foliar fueron realizadas con mochila manual de bombeo continuo. La misma contaba con un botolón aplicador de 150 cm provisto de 3 picos a 50 cm y pastillas SS8002 que permiten asperjar 140 l ha<sup>-1</sup>. El estado del cultivo y las condiciones ambientales al momento de la aplicación, se describen en las Tablas 2 y 3, respectivamente.

Tabla 2: Estado del cultivo al momento de la aplicación.

Momento de aplicación	Fecha de aplicación	Estado del cultivo	Altura (cm)	Cobertura (%)
Inicio Encañazón	18-agosto	Zadoks 33	20	70
Espiga <sup>3</sup> / <sub>4</sub> emergida	1-octubre	Zadoks 57	70	90

Tabla 3: Condiciones ambientales al momento de la aplicación.

Momento de aplicación	Humedad de suelo (0-2 cm)	Humedad de suelo (3-18 cm)	Temperatura aire (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (km h <sup>-1</sup> )	Nubosidad	Ppciones 24 hs dda
In. Enc.	seco	húmedo	14,5	74	NE 8,9 km	3	0
Esp <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	húmedo	húmedo	14,0	65	N 8,3 km	1	0

Escala de nubosidad: 0 completamente despejado, 9 completamente cubierto  
dda: después de aplicación.

## Ensayo 1

El experimento se condujo con un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El fertilizante aplicado, Fertideg, presenta la siguiente composición:

N: 10,7 %, P 2,3 %, K 6,5 %, Mg 0,17 %, Fe 0,014 %, B 0,14 %, Mn 0,0012 %, Cu 0,0024 %, Zn 0,0008 %, Co 0,0002 %, Mo 0,0001%. En dos de los tratamientos, se aplicó en forma conjunta con el fertilizante foliar un fungicida (Trifloxystrobín 18,75 % + Cyproconazole 8 %) en el estadio Zadoks 57 a la dosis de 0,3 l ha<sup>-1</sup>, y de la misma manera en otro tratamiento se utilizó un fertilizante a base de N (Urea de aplicación foliar, 20-0-0), a la dosis de 100 kg ha<sup>-1</sup> también en Zadoks 57.

Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Tratamientos evaluados. Fertilización foliar en cebada cervecera, campaña 2005/06

Tratamiento	Dosis	Estadio de Aplicación
T1	Testigo	
T2	8 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc)

<b>T3</b>	8 l ha <sup>-1</sup>	Z57 (HB)
<b>T4</b>	8 l ha <sup>-1</sup> + Fungicida 0,3 l ha <sup>-1</sup>	Z57 (HB)
<b>T5</b>	4 + 4 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc) + Z57 (HB)
<b>T6</b>	4 + 4 l ha <sup>-1</sup> + Fungicida 0,3 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc) + Z57 (HB)
<b>T7</b>	4 + 4 l ha <sup>-1</sup> + N 20 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc) + Z57 (HB)

## Ensayo 2

El diseño correspondió al de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. El fertilizante estaba formulado sobre la base de N de aplicación foliar.

En dos de los tratamientos, se aplicó en forma conjunta con el fertilizante foliar un fungicida (Trifloxystrobín 18,75 % + Cyproconazole 8 %) en el estadio Zadoks 57 a la dosis de 0,3 l ha<sup>-1</sup>, y de la misma manera en otro tratamiento se utilizó Urea foliar (20-0-0), a la dosis de 100 kg ha<sup>-1</sup> también en Zadoks 57.

Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Tratamientos evaluados. Fertilización foliar en trigo, campaña 2005/06

Tratamiento	Dosis	Estadio de Aplicación
<b>T1</b>	Testigo	
<b>T2</b>	8 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc)
<b>T3</b>	8 l ha <sup>-1</sup>	Z57 (HB)
<b>T4</b>	8 l ha <sup>-1</sup> + Fungicida 0,3 l ha <sup>-1</sup>	Z57 (HB)
<b>T5</b>	4 + 4 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc) + Z57 (HB)
<b>T6</b>	4 + 4 l ha <sup>-1</sup> + Fungicida 0,3 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc) + Z57 (HB)
<b>T7</b>	4 + 4 l ha <sup>-1</sup> + N 20 l ha <sup>-1</sup>	Z33 (In. Enc) + Z57 (HB)

Para ambos ensayos, en el estado de espigazón se realizó una evaluación de enfermedades en hoja bandera y prebandera, por ser la primera muy pequeña en cebada, y sólo parcialmente responsable del llenado de los granos. Esta evaluación se efectuó cuantificando el porcentaje de hoja verde remanente (HV) y ocupada por enfermedades. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza y comparaciones de medias (LSD).

## Resultados y discusión

Ensayo 1:

El cultivo presentó un fuerte ataque de roya de la hoja (*Puccinia hordeii* Otth). La severidad de esta enfermedad difirió entre los tratamientos, siendo el testigo absoluto (T1) el tratamiento más afectado. Aquellos tratamientos que complementaron el uso del fertilizante foliar con fungicida (T4 y T6) y con Urea foliar (T7) permanecieron con una mayor área de HV al momento de la evaluación.

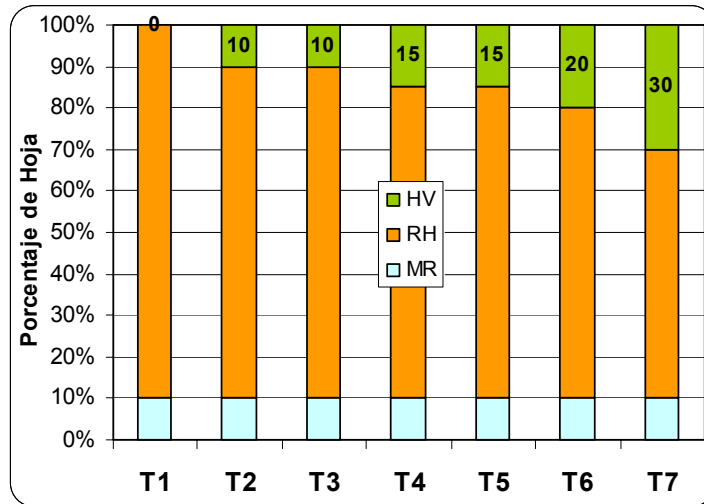
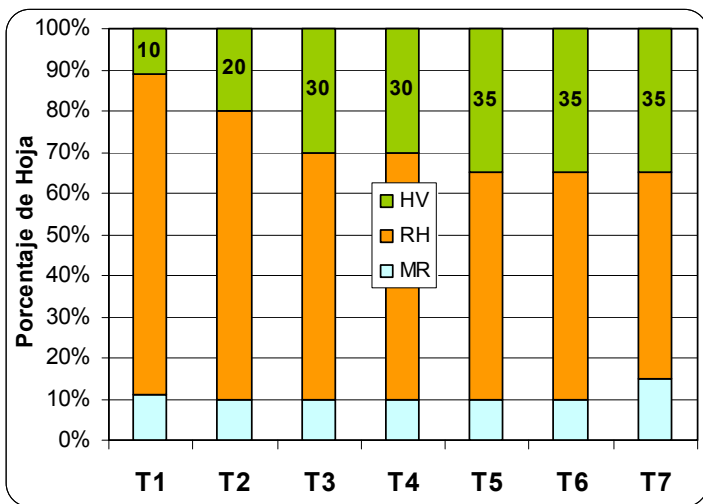


Figura 1.a

Figura 1.b

Figura 1: Área foliar ocupada con Mancha en red (*Pyrenophora teres* f. sp. *teres*, MR), Roya de la hoja (*Puccinia hordeii* Otth, RH) y área de hoja verde remanente (HV) en Hoja bandera (Figura 1.a) y prebandera (Figura 1.b). La evaluación fue realizada en el estado de grano lechoso temprano (Zadoks 71).

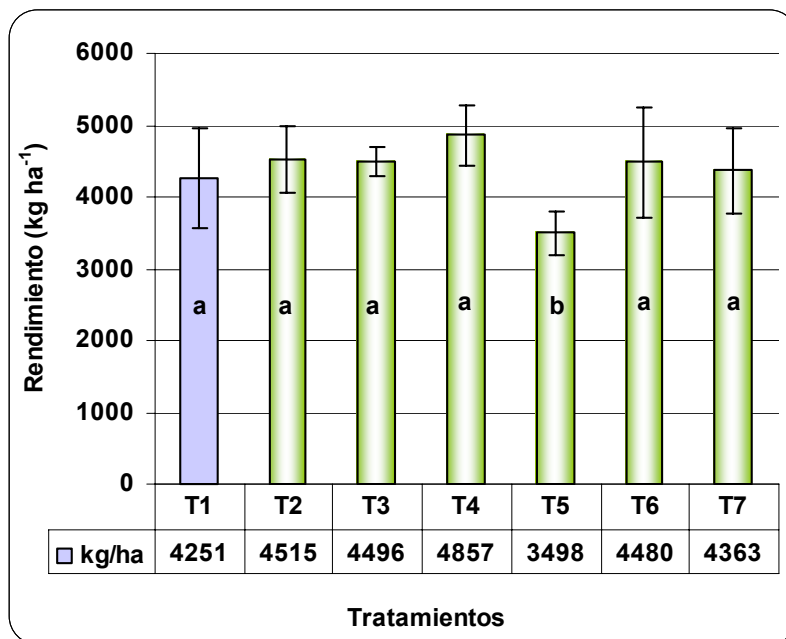


Figura 2.a

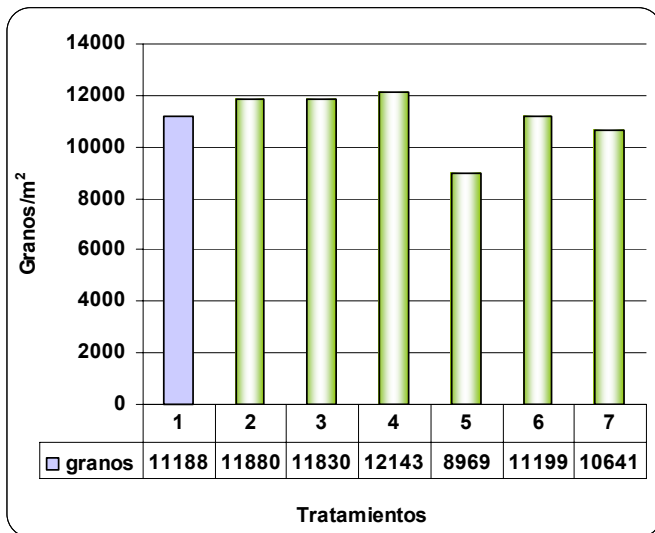


Figura 2.b

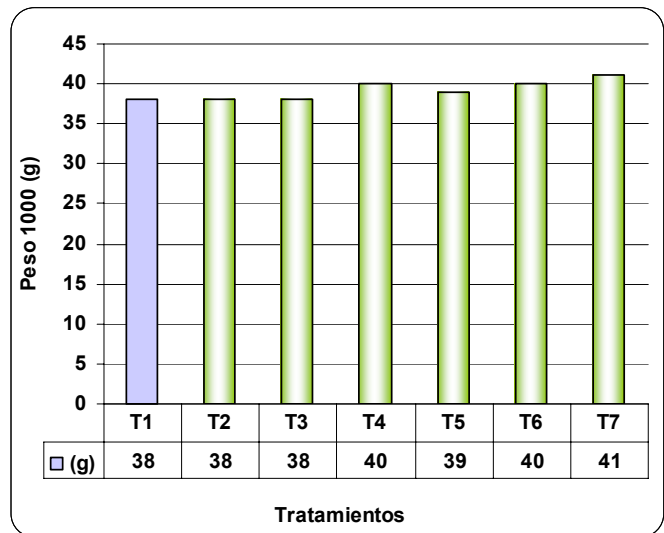


Figura 2.c

Figura 2: Rendimiento (a) y sus componentes, número (b) y peso (c) de los granos como resultado de la aplicación del fertilizante foliar Fertideg en cebada. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $P < 0,10$ ).

No se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y los tratamientos de mayor rendimiento (Figura 2.a). A modo de tendencia, puede mencionarse que el mejor tratamiento (T4) superó al testigo en  $606 \text{ kg ha}^{-1}$ , lo que representa un incremento del 14,3 %. Las diferencias se produjeron a partir de un incremento en el número y el peso de los granos (Figuras 2.b y c). Los tratamientos que sólo contemplaron el uso del fertilizante foliar produjeron diferencias de 264 y 245  $\text{kg ha}^{-1}$ , para la aplicación temprana y tardía, respectivamente, lo que significa un aumento de rendimiento sobre el testigo del 6 %. La aplicación dividida del fertilizante foliar no produjo buenos resultados, demostrada principalmente por el tratamiento T5, cuyos bajos rendimientos no tienen explicación aparente. Estos resultados parecieran indicar que la utilización dividida del fertilizante no está justificada, que un momento temprano o tardío de aplicación parecieran tener similar eficacia, y que el fertilizante foliar empleado es un buen vehículo para su empleo en forma conjunta con un fungicida, en una aplicación única en hoja prebandera (Z 57).

#### Ensayo 2:

Como sucediera en el Ensayo 1, la utilización de fungicida (T4 y T6), Urea foliar (T7) y aún el fertilizante foliar sólo, especialmente en el estado reproductivo (T5), mostraron un mejor comportamiento a Roya anaranjada de la Hoja respecto del testigo absoluto (T1).

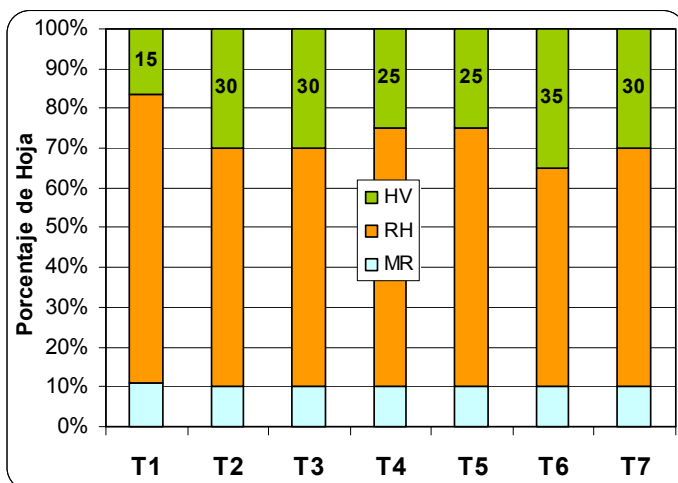


Figura 3.a

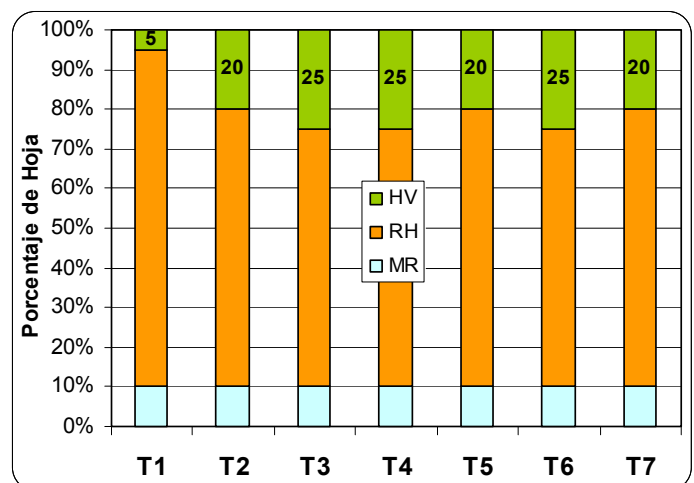


Figura 3.b

Figura 3: Área foliar ocupada con Mancha en red (*Pyrenophora teres* f. sp. *teres*, MR), Roya de la hoja (*Puccinia hordeii* Otth, RH) y área de hoja verde remanente (HV) en Hoja bandera (Figura 3.a) y prebandera (Figura 3.b). La evaluación fue realizada en el estado de grano lechoso temprano (Zadoks 71).

Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos ( $P < 0,05$ ). Los tratamientos con mejor comportamiento fueron aquellos que combinaron la utilización del fertilizante foliar junto al fungicida (T4 y T6), así como la aplicación única de fertilizante en hoja bandera (T3). Dichos tratamientos produjeron diferencias en los rendimientos de entre 803 y 1048  $\text{kg ha}^{-1}$ , equivalentes a un incremento de entre el 18,5 y 24,8 % (Figura 4). La aplicación dividida no mejoró los resultados en comparación con la realizada en un único estadio, siendo el reproductivo el que permitió alcanzar los mejores rendimientos. A la luz de estos resultados, el estado de hoja bandera parecería ser un momento ideal para la aplicación de este fertilizante en cebada cervecera, pudiendo realizarse en forma conjunta con un fungicida para el control de enfermedades.

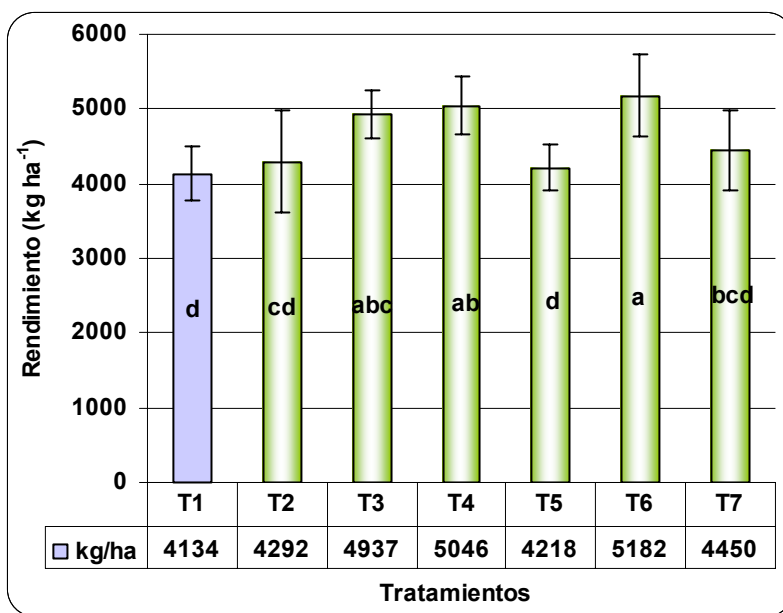


Figura 4.a

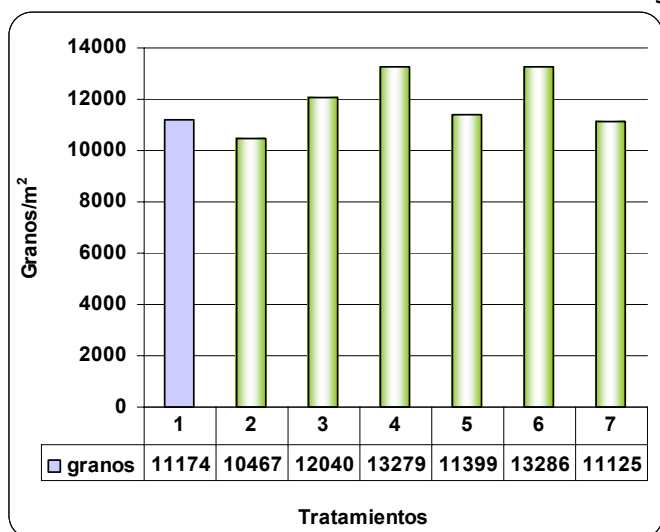


Figura 4.b

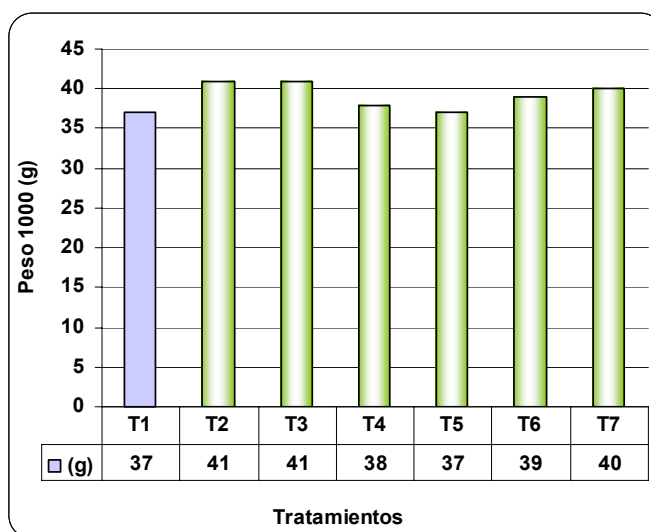


Figura 4.c

Figura 4: Rendimiento (a) y sus componentes, número (b) y peso de los granos (c) como resultado de la aplicación de un fertilizante foliar nitrogenado en cebada. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ).

El efecto de la fertilización foliar sola o en conjunto con otros agroquímicos podría atribuirse a un mejor estado fisiológico durante el período crítico, que produjo como resultado un incremento en el número de granos de los mejores tratamientos. Una de las causas de este mejor estado fisiológico habría sido la mayor tolerancia a enfermedades, expresada en diferencias de hasta un 20 % más de HV con relación al testigo. Algunos de estos tratamientos i.e. T2, T3 y T7 también incrementaron el peso de sus granos con relación al testigo.

### **Conclusiones:**

\* En el Ensayo 1 no se determinaron diferencias significativas en los rendimientos, destacándose sólo a nivel de tendencia el tratamiento T4, dosis completa del fertilizante foliar Fertideg + fungicida. La aplicación dividida del fertilizante no mejoró el comportamiento de la aplicación única, con (T6 vs T4) o sin fungicida (T5 vs T3).

\* En el Ensayo 2 se determinaron diferencias estadísticamente significativas, siendo los tratamientos T3, T4 y T6 los de mejor comportamiento. Como en el ensayo anterior, la aplicación única permitió obtener similares resultados que la aplicación dividida.

\* Ambos fertilizantes parecieran ser muy buenos vehículos para su aplicación conjunta con fungicidas en el estado de hoja bandera expandida.

\* Los incrementos de rendimiento fueron resultado de diferentes factores, como una mejor sanidad que permitió un mayor porcentaje de HV remanente, y un aumento en el número y, en menor medida, en el peso de los granos.