

# EVALUACIÓN DE FUENTES DE FÓSFORO EN CEBADA CERVECERA cv SCARLETT. INTA EEA Pergamino,

## Proyecto Regional Agrícola, Campaña 2012/13.

**Ings. Agrs. (MSc) Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot**

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino

[nferraris@pergamino.inta.gov.ar](mailto:nferraris@pergamino.inta.gov.ar)

### INTRODUCCIÓN

El fósforo (P) es un elemento esencial, al cual se le atribuyen efectos como el incremento del crecimiento aéreo y radicular, aumento de la relación tallo/raíz, mayor tolerancia a estrés, y menor incidencia y severidad de enfermedades. Ha sido ampliamente mencionada su participación en procesos fisiológicos importantes como la síntesis de ATP y transporte de energía por la planta, la formación de ácidos nucleicos (ADN, ARN) y el metabolismo de los hidratos de carbono. Además de favorecer el crecimiento, produce efectos agronómicos deseables como el estímulo del macollaje en gramíneas, la fijación de N en leguminosas, y la uniformidad y precocidad en la maduración de los granos. Su carencia se identifica por la aparición de hojas inferiores verde oscuras, que tornan a violáceas desde los márgenes, pudiendo aparecer tonos rojizos de la punta a la base en el caso de deficiencia extrema, con plantas de tamaño pequeño y desuniforme.

En la región pampeana argentina, los cultivos de gramíneas son habitualmente fertilizados con fosfatos amoniacales sólidos, aplicados en el surco o en bandas localizadas al costado de la línea de siembra. En los últimos años, han aparecido nuevas fuentes de eficiencia mejorada, cuya eficiencia requiere ser evaluada. El objetivo de este trabajo es comparar el efecto de fuentes fosforadas líquidas y sólidas, sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo de cebada cervecera.

**Palabras clave:** fósforo, fuentes, fertilizantes líquidos, cebada cervecera, eficiencia.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento de campo en la Escuela Agrotécnica Salesiana “Concepción Gutiérrez de Unzué”, en La Trinidad, General Arenales, sobre un suelo Serie Rojas, Argiudol típico. El ensayo fue sembrado el día 19 de Junio, en siembra directa, con la variedad Scarlett.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con tres repeticiones y ocho tratamientos, cuya descripción se presenta en la Tabla 1. Por su parte, en la Tabla 2 se describe el aporte de nutrientes de cada tratamiento, y en la Tabla 3 se presentan los datos del análisis de suelo efectuado a la siembra del cultivo.

**Tabla 1:** *Tratamientos de fertilización evaluados en el experimento. La Trinidad, Año 2012.*

T	Fuentes evaluadas	Dosis y momento aplicación
T1	Testigo	
T2	Fertilizante líquido F2L (F2L)	90 l ha <sup>-1</sup> (100 kg ha <sup>-1</sup> ) siembra
T3	Superfosfato Triple (SPT)	100 kg ha <sup>-1</sup> siembra
T4	Superfosfato simple tratado (SPS)	100 kg ha <sup>-1</sup> siembra
T5	Roca fosfórica tratada (RFT)	100 kg ha <sup>-1</sup> siembra
T6	SPT 40 + F2L 54	40 kg ha <sup>-1</sup> + 54 l ha <sup>-1</sup> siembra
T7	SPT 30 - F2L 63	30 kg ha <sup>-1</sup> + 63 l ha <sup>-1</sup> siembra
T8	F2L F2L + UAN	90 l ha <sup>-1</sup> siembra 50 l ha <sup>-1</sup> + 50 l ha <sup>-1</sup> macollaje

Las aplicaciones de fertilizante se realizaron en superficie, tanto de sólidos como de líquidos, para evaluar el efecto de fuente dejando de lado el de localización. Adicionalmente a estos tratamientos, todas las parcelas fueron fertilizadas con 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea al momento de la siembra.

**Tabla 2:** *Aporte de nutrientes de las estrategias ensayadas.*

T	Tratamientos	Nitrógeno	Fósforo	Azufre
T1	T	---	---	---
T2	F2L 90	---	4,0	---
T3	SPT 100	---	20	---
T4	SPS Tratado 100	---	9,0	12
T5	RFT 100	---	9,1	---
T6	SPT 40 - F2L 54	---	10,1	---
T7	SPT 30 - F2L 63	---	8,5	---
T8	F21 90 (s) + F2L 50 + UAN 50 (m)	21,1	5,5	---

**Tabla 3:** *Análisis de suelo al momento de la siembra*

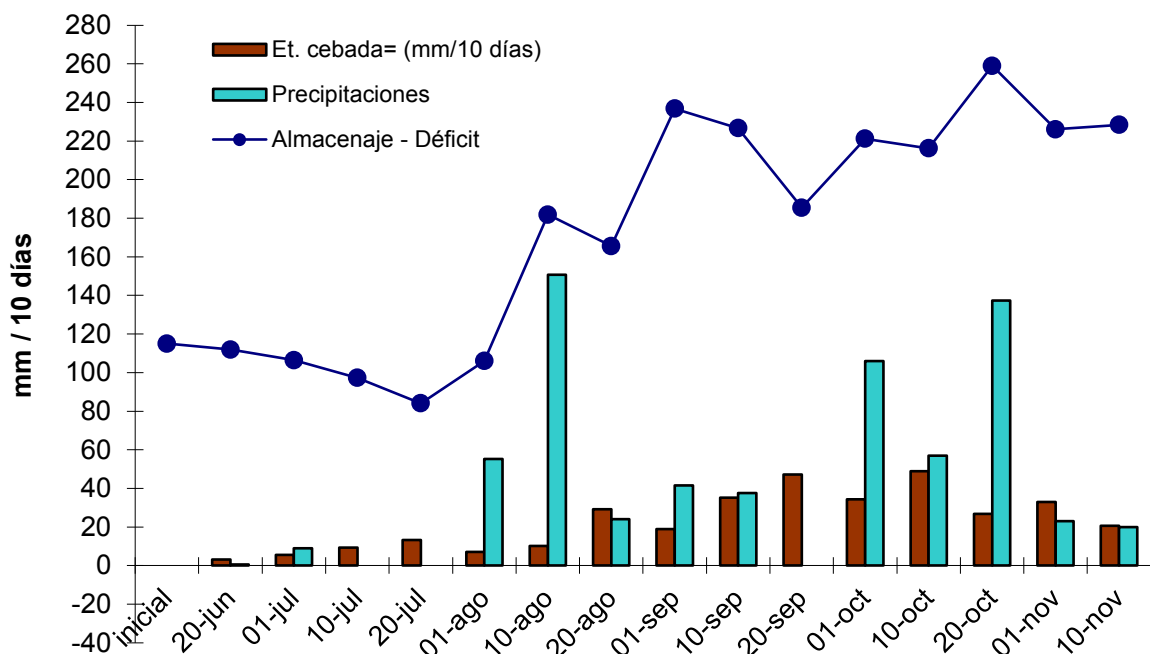
Profundidad	pH	CE	Materia Orgánica	P-disp.	N-Nitratos 0-20 cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm
Cm	agua 1:2,5	dS m <sup>-1</sup>	%	Ppm	ppm	kg ha <sup>-1</sup>	ppm
Cebada 0-20 cm	5,9	0,11	3,16	10,1	10,5	58 kg/ha	7,5
Cebada 20-40 cm					8,1		

En el estado de Zadoks 31 (comienzo de encañazón) se midió la materia seca acumulada, ya que este es un parámetro muy sensible al estado de nutrición fosforada del cultivo. En anthesis (Zadoks 65) estimó N en hoja bandera mediante una medida adimensional no destructiva de la intensidad de verde con el clorofilómetro Minolta Spad 502. Se determinó el rendimiento y la concentración de proteína en grano (%). Los resultados se analizaron por ANOVA y análisis de regresión lineal simple.

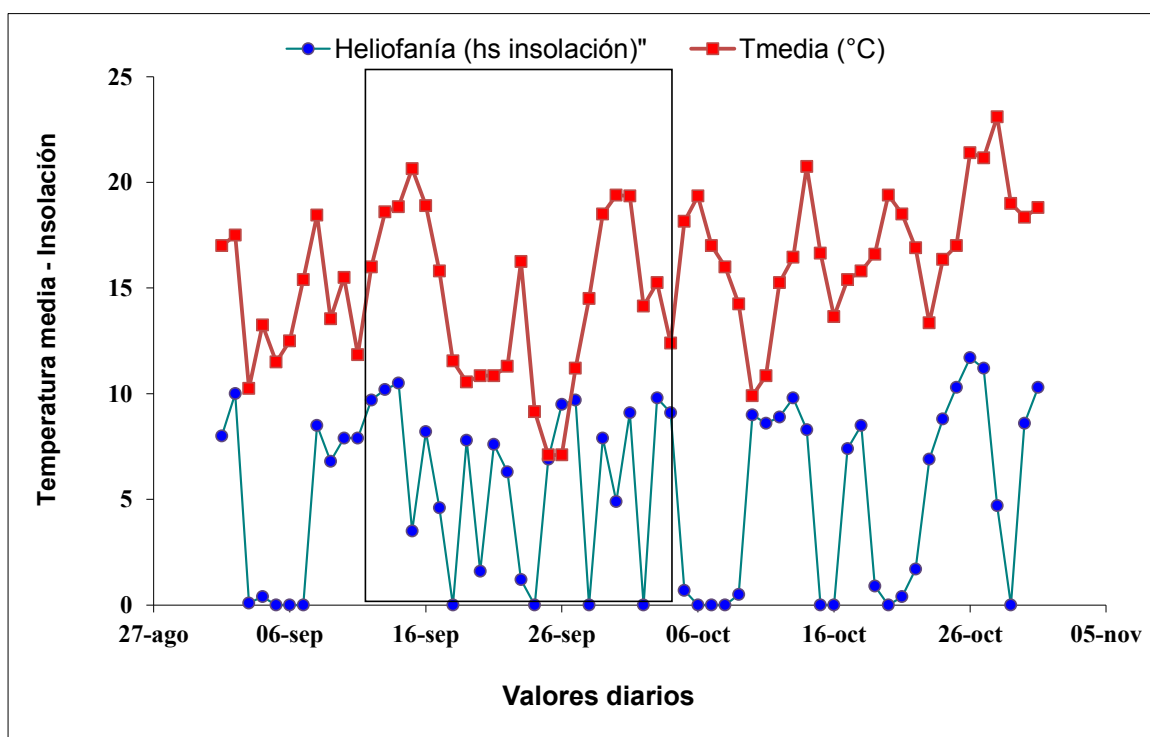
## RESULTADOS

### a) Condiciones ambientales

A la siembra de cebada, el perfil se encontraba con una recarga media a escasa, con 115 mm de agua útil a 140 cm de profundidad. No obstante, los cultivos fueron acompañados por continuas y abundantes precipitaciones –por momentos excesivas- a finales de invierno e inicios de primavera (Figura 1). Como consecuencia, la oferta de radiación no fue la adecuada. En la Figura 2 se presentan las oscilaciones de radiación y temperatura para Pergamino, la localidad más cercana donde fueron registradas.



**Figura 1:** Evapotranspiración potencial, precipitaciones decádicas y balance hídrico (mm cada 10 días) en La Trinidad durante el período invernal 2012. Agua útil inicial 115 mm (0-140 cm). Precipitaciones en el ciclo de cultivo 513 mm.



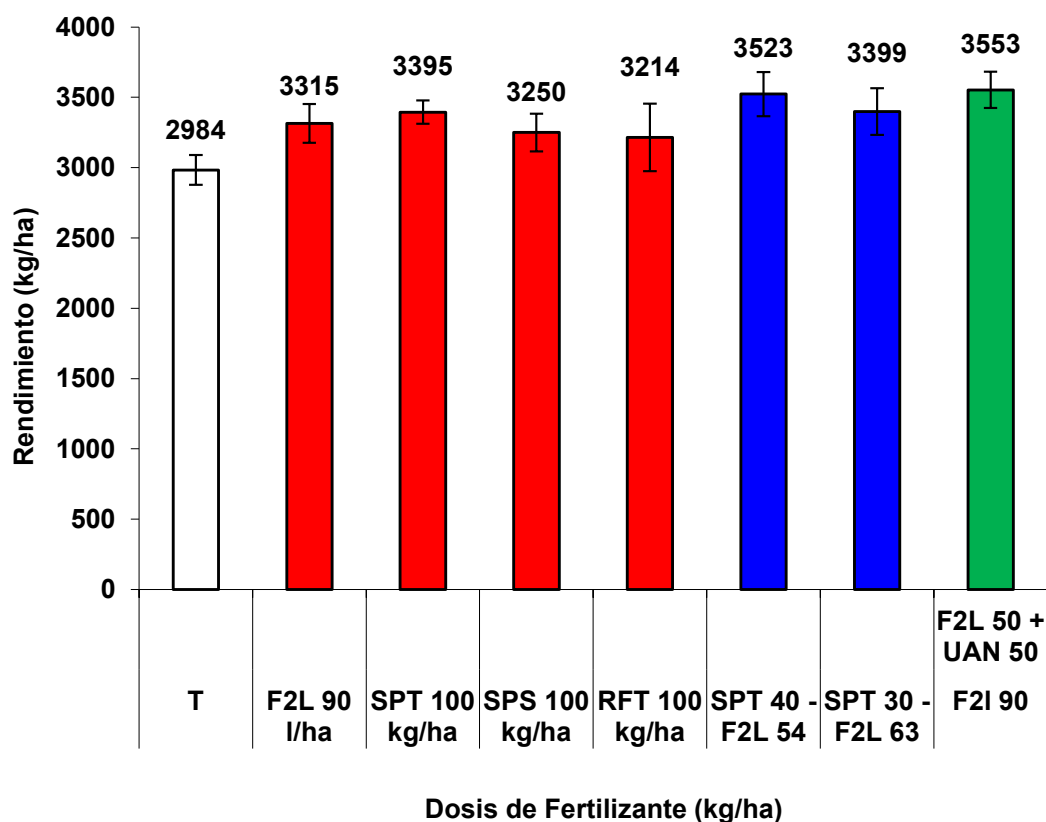
**Figura 2:** Horas diarias de insolación y temperaturas medias diarias en Pergamino, durante el período comprendido entre 1 de Setiembre y 1 de Noviembre de 2012. Véase las continuas caídas de insolación, por la frecuencia de días nublados y con precipitaciones.

## b) Resultados de los experimentos

En la Tabla 4 se presentan datos de observaciones tomadas durante el ciclo de cultivo, y en la Figura 3 el rendimiento de grano.

**Tabla 4:** *Parámetros morfológicos de cultivo: Materia seca en inicios de encañazón (Z31) y lecturas de intensidad de verde en unidades Spad (Z65). Tratamientos de fertilización fosforada en cebada cervecera cv Scarlett. La Trinidad, año 2012.*

T	Tratamientos	MSeca Z31 (kg ha <sup>-1</sup> )	Unidades Spad Z65
T1	T	1032	39,9
T2	F2L 90	1105	39,0
T3	SPT 100	1243	39,8
T4	SPS 100	1150	38,8
T5	RFT 100	1180	42,5
T6	SPT 40 - F2L 54	1437	40,3
T7	SPT 30 - F2L 63	1292	40,1
T8	F2L 90 (s) + F2L 50 + UAN 50 (m)	1317	41,1



**Figura 3:** *Producción media de grano de cebada cervecera según tratamientos de fertilización fosforada combinando fuentes, dosis y momentos de aplicación. La descripción de los tratamientos se encuentra en la Tabla 1. Las barras de error representan la desviación standard de la media. La Trinidad, año 2012.*

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

\* Los rendimientos oscilaron entre 2984 y 3553 kg ha<sup>-1</sup>, siendo limitados por un ambiente caracterizado por excesos pluviales, baja radiación y alta presión de enfermedades.

\* Las diferencias de rendimiento no alcanzaron la significancia estadística ( $P > 0,10$ ). Contribuye a ello la variabilidad generada por el ambiente climático, y la natural aleatoriedad en los valores de P dentro del mismo ensayo, que generó diferencias en la respuesta en cada una de las repeticiones.

\* En promedio del ensayo, el P fue un elemento limitante, en correspondencia con el dato relevado por medio del análisis de suelo (Tabla 3). Por este motivo, todos los tratamientos alcanzaron mayor acumulación de materia seca en encañazón (Tabla 3) y rendimiento final (Figura 3).

\* Las estrategias integrales que unieron líquidos y sólidos funcionaron correctamente ( T6, T7 y T8). Estas combinaron formas químicas y sistemas de aplicación diferentes, con un aporte razonable de P. El aporte de P de la dosis utilizada de F2L probablemente haya sido insuficiente para equiparar la absorción y el rendimiento de una fuente de alto grado como SPT en un cultivo invernal muy exigente en P como la cebada cervecera.

\* La mezcla de F2L y UAN en macollaje formó una solución perfecta, que fue tolerada por el cultivo sin provocar efecto fitotóxico alguno. Fue indudable la contribución del UAN al rendimiento del cultivo, ya que la dosis inicial de 100 kg urea ha<sup>-1</sup> fue insuficiente para completar su nutrición, lo cual se podía corroborar visualmente.

\* El comportamiento del SPS tratado y roca fosfórica tratada fue aceptable. Es de señalar que la roca fosfórica es una fuente poco soluble en suelos de pH neutros, y cuando se aplica sin tratar, el comportamiento habitual es la falta de respuesta en el corto plazo, aún en suelos de bajo P.

\* El uso de fuentes líquidas fosforadas de bajo grado debería insertarse en planes de fertilización integrados, donde la aplicación de una parte del fertilizante se realice con sólidos localizados en la línea de siembra asegurando un efecto arrancador, y los líquidos podrían completar la nutrición mediante aplicaciones flexibles, anticipadas, a la siembra, o inclusive en etapas muy tempranas de la post-emergencia del cultivo.