

Informe anual Proyecto I+D y T

Eficiencia en el uso del N en trigo, en condiciones de clima mediterráneo húmedo: integración de aspectos agroambientales y de calidad del producto

Cliente: Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial Agricultura y Pesca

Contacto Neiker: Ana Aizpurua aaizpurua@neiker.net 94 4034300	Contacto Cliente:
---	--------------------------

www.neiker.net

Ref. NEIKER: 61.0258.0

Ejercicio:2011

Ref. DMAPTAP:

Fecha:30/03/2011

Acrónimo: EUNETRI

Título: Eficiencia en el uso del N en trigo, en condiciones de clima mediterráneo húmedo: integración de aspectos agroambientales y de calidad del producto

Jefe de proyecto: Aizpurua Intxausti, Ana | **email:** aaizpurua@neiker.net

Clasificación del proyecto:	Unidad de negocio: Medio Ambiente
Departamento: Calidad Ambiental	Campos de aplicación: Tecnologías Ambientales
Área estratégica: Agrosistemas	Línea: Medio Ambiente Agrario
Tipo de proyecto: Estratégico	Origen: NEIKER

Palabras clave:

Objeto: Trigo, colza	Aspecto: Sostenibilidad de las practicas agrarias	Finalidad: Fertilización racional, valorización de residuos orgánicos
----------------------	---	---

Objetivo:

- 1) Objetivo agro-ambiental.** Mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada orgánica e inorgánica en trigo mediante la utilización de herramientas de diagnóstico y tratando de minimizar las pérdidas que ocurren a nivel de suelo y planta.
- 2) Objetivo de calidad.** Determinar la influencia de factores genéticos, ambientales, de nutrición nitrogenada, de almacenaje y de procesamiento industrial sobre la calidad del grano y de la harina

Objetivos específicos:

1. Objetivo agro-ambiental:

1.1. Aspecto agronómico

- Comparar el efecto de la fertilización orgánica respecto a la mineral sobre la producción.
- Puesta a punto de estrategias y herramientas que mejoren la eficiencia del fertilizante bajo criterios de producción.
- Estudiar la mineralización de N a lo largo del cultivo bajo fertilización orgánica y mineral.
- Estudiar el efecto del aumento de temperatura y déficit hídrico en el período post-floración sobre la producción.

1.2. Aspecto ambiental

- Determinar las pérdidas de N por lixiviación en condiciones de regadío.
- Determinar las pérdidas de N por volatilización del fertilizante.
- Determinar las pérdidas gaseosas a nivel de planta.
- Determinar las pérdidas por rizodeposición.
- Cálculo del balance de N.

2. Objetivo de calidad

2.1 Ambito agronómico

- Caracterizar las variedades de trigo según diferentes índices de calidad.
- Estudiar la influencia de la fertilización nitrogenada en las proteínas del endospermo y en los índices de calidad del grano.
- Estudiar el efecto de la temperatura y el déficit hídrico en el período post-floración sobre la calidad.
- Puesta a punto de estrategias y herramientas que mejoren la eficiencia del fertilizante mineral bajo criterios de calidad del grano.
- Estudiar la relación de la expresión del enzima Glutamina sintetasa con la calidad.

2.2 Ambito de Gestión del Producto

- Puesta a punto de herramientas que permitan clasificar la cosecha por lotes de calidad homogénea.
- Determinar la influencia del tiempo de almacenaje del grano en los índices de calidad.

Duración: 36 meses

Fecha inicio: 15-11-09

Fecha final: 15-11-12

1. Equipo participante de NEIKER - Tecnalia

PARTICIPANTES DE NEIKER

▪ **Jefe de Proyecto:**

Ana Aizpurua

▪ **Otros participantes:**

Ander Castellón, Nerea Villar, Gorka Astola, Luis Ramos, Gerardo Besga, Fernando Blanco, Susana Virgel.

OTRAS ENTIDADES PARTICIPANTES O COLABORADORAS

Universidad del País Vasco (UPV), Universidad Pública de Navarra (UPNA)

2. Informe sobre las actividades más destacadas de la investigación en el proyecto y resultados obtenidos

Ensayo NE-CAMP Subproyecto NEIKER

Diseño experimental

Se llevó a cabo un ensayo de campo en el municipio de Iruraiz-Gauna, en la misma parcela en la que se llevó a cabo el ensayo el año anterior, con un diseño de bloques completos al azar, con parcelas elementales de 3x8 m² y con 4 repeticiones. Se repitieron los mismos tipos y cantidades de fertilizantes tanto orgánicos como minerales en la parcela. La aplicación de los fertilizantes orgánicos en fondo se realizó previamente a un pase de rotativa y a la siembra. Se tomaron 5 submuestras de suelo por parcela a las profundidades de 0-30 y 30-60 cm, después se mezclaron antes del análisis para determinar el Nmin inicial de cada subparcela.

La cantidad de nitrógeno aplicada, el momento de aplicación y el tipo de fertilizante aplicado, se muestran en la Tabla 1. Al igual que en la campaña anterior, cada fertilizante orgánico aplicado se analizó antes de su aplicación para ajustar correctamente las dosis. En todos los tratamientos la cantidad total de nitrógeno aplicada fue de 170 kg N ha⁻¹.

Tabla 1. Tipo de fertilizante y momento de aplicación en el ensayo NE-camp.

tratamientos	Tipo Fertilizante N Fondo (kg/ha)	Tipo Fertilizante N Inicio Ahijado (kg/ha)	Tipo Fertilizante N Inicio Encañado (kg/ha)	Tipo Fertilizante N Hoja Bandera (kg/ha)
Testigo	0 -	0 -	0 -	-
Urea (0+60+110)	0 -	60 Urea	11 Urea 0	- -
NA (0+60+110)	0 -	60 Nitrato amónico	11 Nitrato 0 amónico	- -
NA (0+60+70+40)	0 -	60 Nitrato amónico	70 Nitrato amónico	40 Nitrato amónico
Purín (62+60+48)	62 Purín	50 Purín	48 Purín	- -
Purín (62+108)	62 Purín	108 Purín	- -	- -
42Estiércol+60NA+68NA	42 Estiércol	60 Nitrato amónico	68 Nitrato Amónico	- -
Compost (55+115)	55 Compost	115 Compost	- -	- -

Cuando el trigo se encontraba en el estado fenológico de inicio de ahijado (GS21, 14 marzo de 2011), antes de la aplicación de los diferentes tipos y cantidades de nitrógeno correspondientes a ese estado fenológico, se realizó un nuevo muestreo del contenido en nitrógeno mineral en los primeros 60cm del perfil del suelo.

Además, se realizaron lecturas con el medidor de clorofila N-tester en estado dos nudos (GS32), en hoja bandera (GS37), en emergencia de la inflorescencia (GS50) y en floración (GS65).

El 1 de agosto de 2011 se procedió a coger muestras para la determinación de los componentes de rendimiento (el nº de espigas por metro cuadrado, el peso de 1000 granos y el nº de granos por espiga) de los diferentes tratamientos. La cosecha se realizó el 2 de agosto, determinándose el rendimiento (kg grano ha^{-1}), humedad del grano y peso específico del mismo. También se tomaron submuestras para la determinación de la proteína del grano.

Tras la cosecha, 8 de agosto, se tomaron muestras de suelo a 60 cm de profundidad para determinar el Nmin en todas las parcelas.

- **Contenido en nitrógeno mineral del suelo**

Tras la cosecha de las parcelas en la campaña 2009-2010 los diferentes tratamientos no mostraban diferencias significativas en el contenido de Nmin en los primeros 60 cm del perfil del suelo (Figura 1). Los valores de Nmin obtenidos en este muestreo son inferiores a los obtenidos en la misma finca, donde tras la cosecha de trigo variedad Cezanne fertilizado con 180 kg N ha^{-1} el Nmin supera los 50 kg ha^{-1} en las campañas 2005-2006 y 2007-2008.

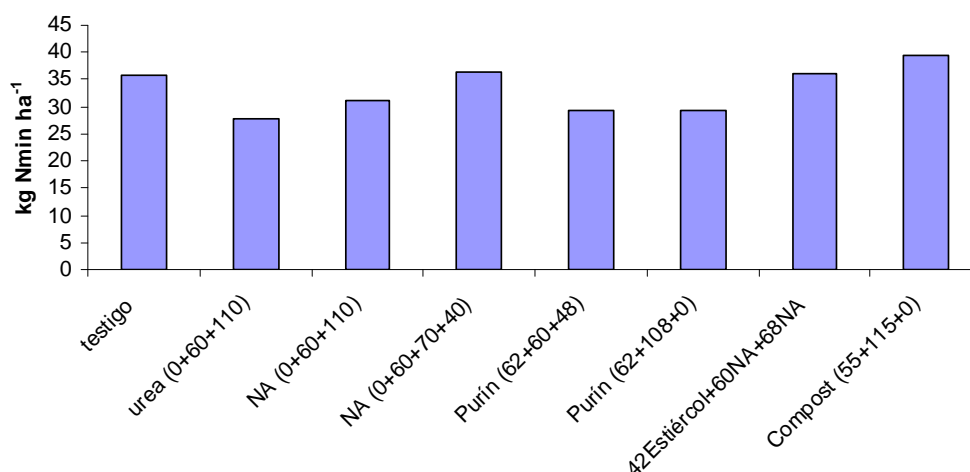


Figura 1. Nmin tras la cosecha del ensayo de trigo en Gauna 2009-2010

En el momento de la siembra del trigo, el Nmin aumentó respecto al hallado en el muestreo postcosecha en general, siendo este aumento mayor ($5-7 \text{ kg ha}^{-1}$) en el caso de los tratamientos que recibieron el año anterior purín como fertilizante (Figura 2).

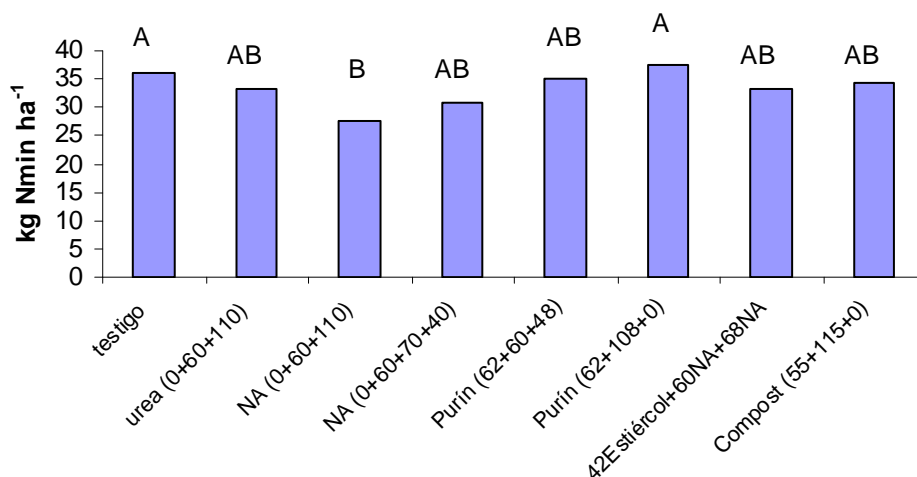


Figura 2. Nmin inicial ensayo de Gauna en la campaña 2010-2011

Antes de la aplicación de la fertilización de cobertera, en el momento de salida de invierno, se realizó un nuevo muestreo de Nmin cuyos valores no presentaron diferencias significativas (Figura 3), siendo valores bajos, inferiores a 25-30 kg Nmin ha⁻¹. Así por ejemplo, el subproyecto 2 utiliza como referencia para su estrategia de fertilización un valor de Nmin en este momento de 60 kg ha⁻¹, siendo este el valor umbral al partir del cual pueden disminuir el aporte de fertilizantes en este momento.

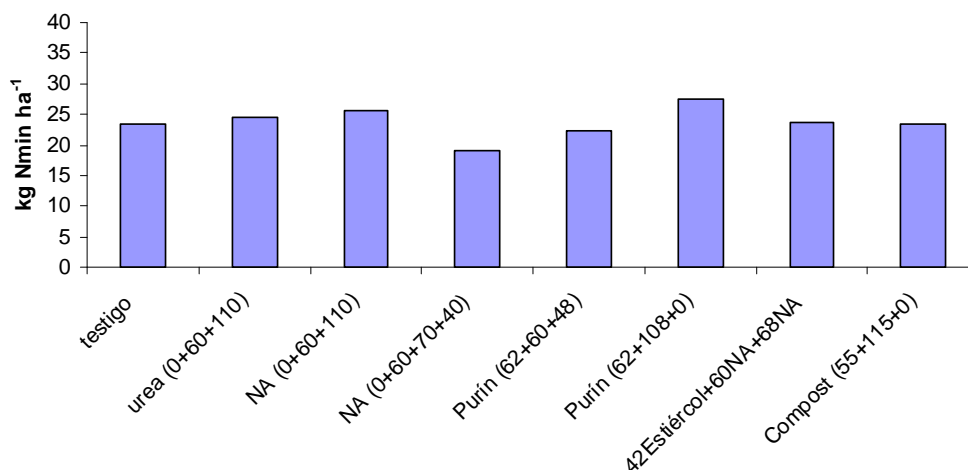


Figura 3. Nmin Salida Invierno ensayo de Gauna en la campaña 2010-2011

- **Lectura medidor de clorofila Hydro-Ntester**

Tras la aplicación de la segunda cobertera (GS30) se efectuó una lectura con el medidor de clorofila N-tester en el estado fenológico de dos nudos (GS32, Figura 5). En este momento los mayores valores corresponden a los tratamientos que han recibido aportes en GS21 y GS30 de nitrógeno en forma mineral, con lecturas superiores a 600. Los tratamientos que han recibido el nitrógeno en forma de purín no se diferencian entre sí, pero sí presentan valores superiores (próximos a 500) al tratamiento testigo (351). El tratamiento Compost (55+115+0) también presenta lecturas superiores al testigo.

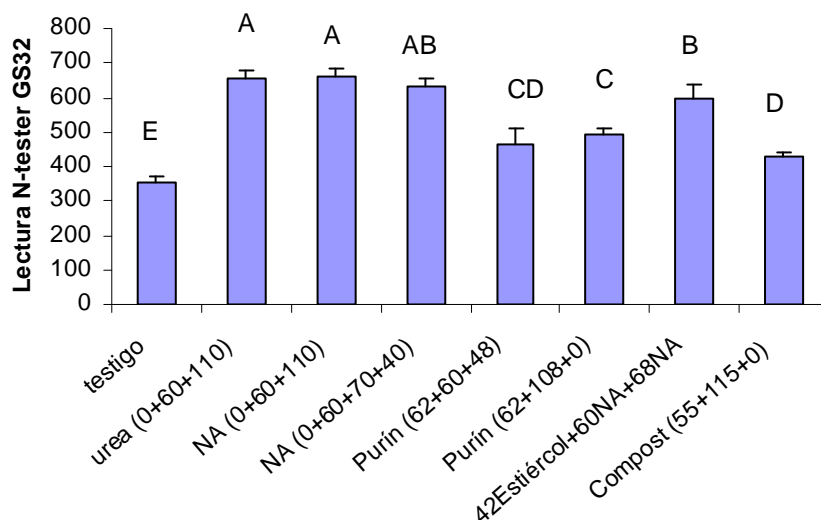


Figura 4. Lectura de N-tester en el estado fenológico GS32.

En el estado fenológico de hoja bandera (GS37) se realizó una nueva lectura con el N-tester (Figura 5). Los valores más elevados corresponden a los tratamientos que han recibido un aporte de 170 kg N ha⁻¹ en forma de nitrógeno mineral bien en forma de urea o de nitrato amónico (urea 0+60+110, lectura 634) y NA 0+60+110 lectura 643). El tratamiento que en este estado fenológico ha recibido únicamente 130 kg N en forma mineral NA (0+60+70+40), no se diferencia del tratamiento que recibió un aporte en fondo de estiércol y el resto del N en forma mineral en dos coberturas (42Estiércol+60NA+68NA). Los tratamientos que han recibido el nitrógeno en forma de purín no se diferencian entre sí, pero sus lecturas (430) son superiores a las obtenidas por el tratamiento que ha recibido todo el nitrógeno en forma de compost, que a su vez es superior a la lectura obtenida por el testigo (lectura 270).

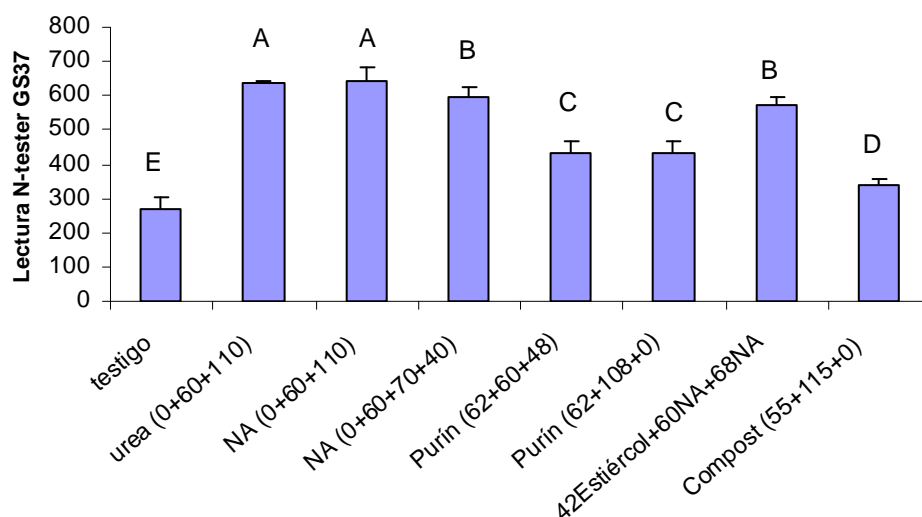


Figura 5. Lectura de N-tester en el estado fenológico GS37.

En el estado fenológico GS50 las lecturas obtenidas aumentan respecto a la realizada en el estado fenológico anterior. Una vez aplicada la tercera cobertura en hoja bandera al tratamiento NA (0+60+70+40), la lectura de este tratamiento aumenta, igualándose a los tratamientos que ha recibido 170 kg de nitrógeno bien en forma de urea o nitrato amónico en dos coberturas (Figura 6) presentando los tres lecturas próximas a 700.

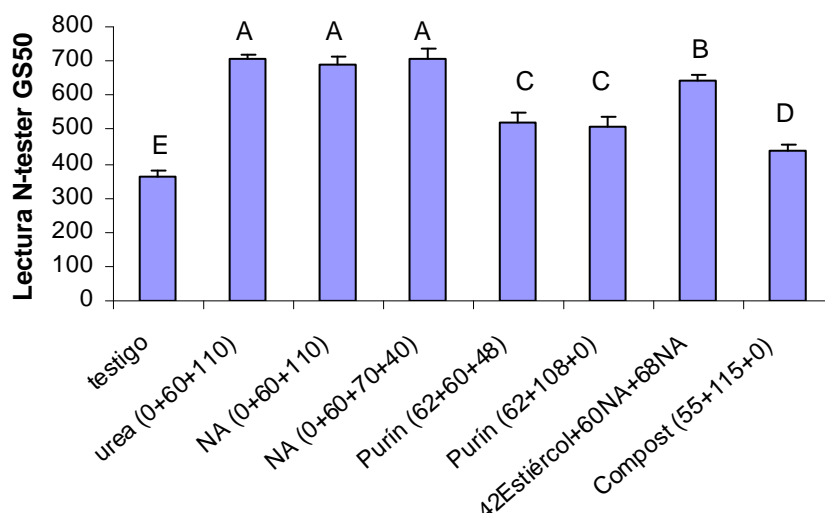


Figura 6. Lectura de N-tester en el estado fenológico GS50.

La lectura de N-tester realizada en floración (Z65, Figura 7) presenta unos valores que siguen el mismo patrón que la lectura anterior (GS50), con los tratamientos que han recibido 170 kg nitrógeno ha⁻¹ con lecturas próximas a 700 y mayores que el resto de tratamientos. El tratamiento 42Estiércol+60NA+68NA presenta lecturas superiores a 600 y es superior a los que han recibido todo el nitrógeno en forma orgánica y al testigo, con una lectura inferior a 400.

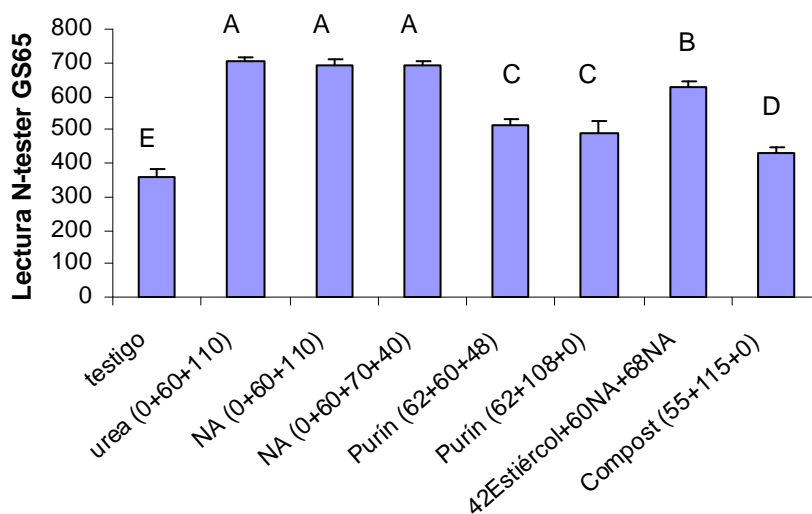


Figura 7. Lectura de N-tester en el estado fenológico GS65.

- **Componentes de rendimiento**

Teniendo en cuenta que la formación de espigas viables se da entre los momentos de ahijado y durante el encañado, un adecuado aporte de nitrógeno en esos momentos es importante. Las coberturas de nitrógeno en forma mineral en inicio de ahijado e inicio de encañado provocaron un aumento del número de espigas m⁻² (Figura 8). Los tratamientos que recibieron todo el nitrógeno en forma de fertilizante orgánico no se diferencian significativamente del testigo en el número de espigas m⁻². Así pues, a pesar de que en los tratamientos Purín (62+108+0) y Compost (55+115+0) se han aplicado para el estado fenológico de inicio de ahijado 170 kg nitrógeno ha⁻¹, la lenta liberación del nitrógeno orgánico no favorece el ahijado o bien que se desarrollen las espigas de los hijuelos formados.

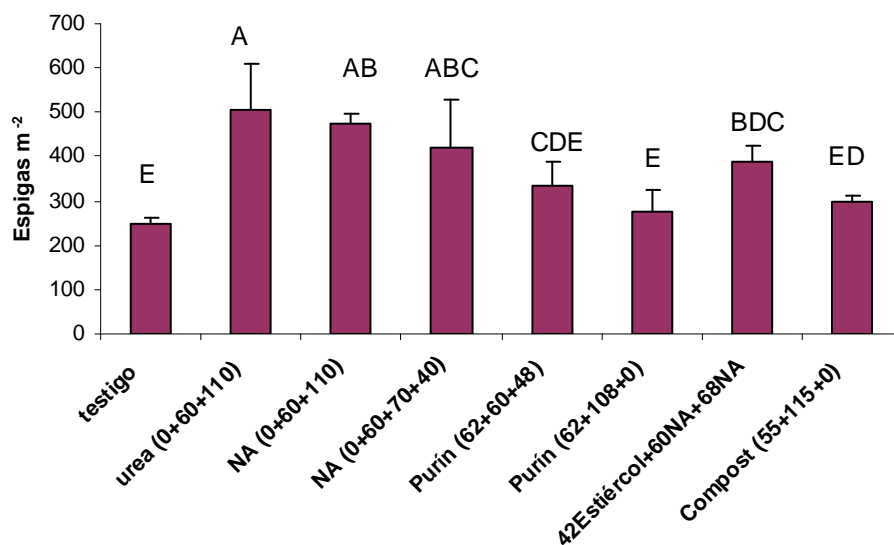


Figura 8. Espigas por metro cuadrado de los diferentes tratamientos.

Analizando la correlación entre las espigas m⁻² y la lectura de N-tester en el estado fenológico GS32, se observa que esta es elevada, correspondiendo el mayor número de espigas m⁻² a aquellas parcelas que presentan en ese estado una mejor nutrición nitrogenada (Figura 9).

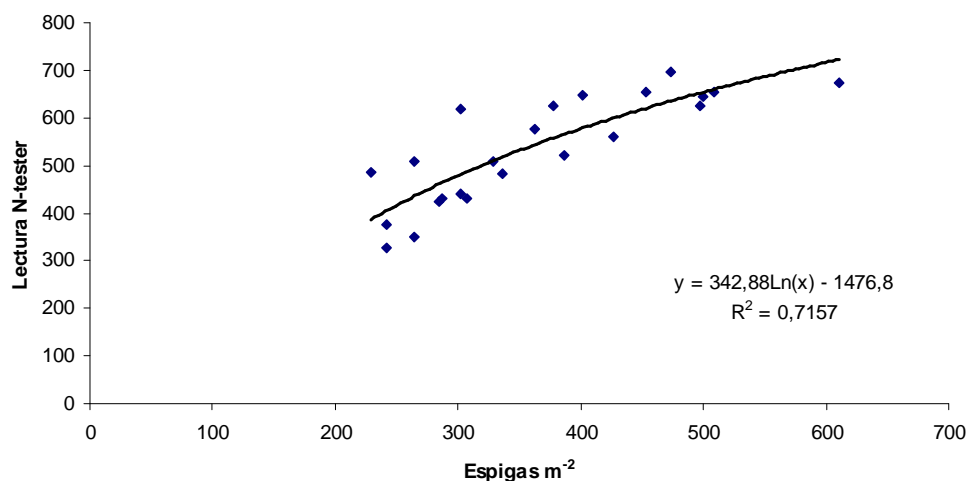


Figura 9. Correlación entre la lectura N-tester GS32 y el número de espigas m⁻²

Al analizar el número de granos por espiga, únicamente se observan diferencias significativas entre el tratamiento testigo (22 granos espiga⁻¹) y los tratamientos que han recibido un aporte de fertilizantes, independientemente del tipo aplicado y su momento de aplicación (Figura 10).

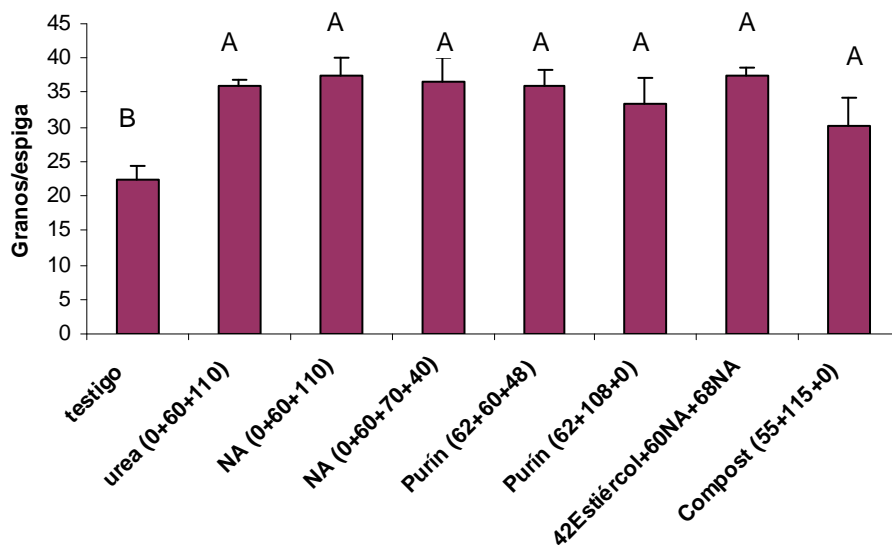


Figura 10. Número de granos por espiga en los diferentes tratamientos aplicados.

El peso de 1000 granos (Figura 11) es menor en aquellos tratamientos en los que la producción es mayor, especialmente en los que han recibido 170 kg nitrógeno por hectárea en dos únicas aplicaciones (35 g). Las parcelas que han recibido algún aporte orgánico y el testigo presentan un mayor peso de grano (superior a 40 g).

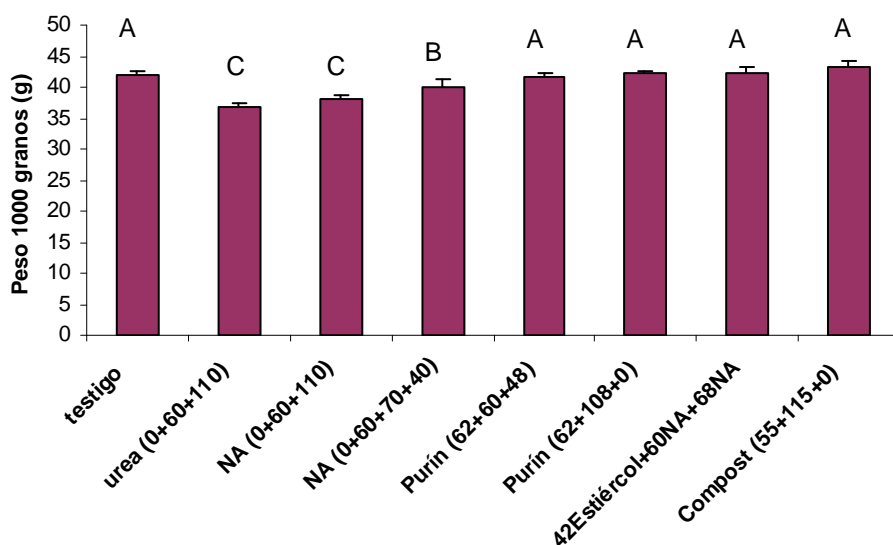


Figura 11. Peso de 1000 granos de los diferentes tratamientos.

- **Rendimiento**

El rendimiento en grano (Figura 12), fue mayor para el tratamiento que recibió la fertilización en forma de urea, si bien no es significativamente más productivo que los tratamientos que recibieron la cobertura en forma de nitrato amónico en dos o tres aplicaciones, y en los tres casos se superaron los 6.900 kg ha^{-1} . El tratamiento que recibió un aporte en forma de estiércol en fondo y posteriormente nitrato amónico en las coberturas (42Estiércol+60NA+68NA), fue más productivo significativamente que los tratamientos que recibieron todo el N en forma de fertilizantes orgánicos bien como purín o compost. Estos a su vez fueron más productivos que el testigo (2.168 kg ha^{-1}). Los tratamientos que han mostrado un peor estado nutricional,

medido con el Ntester han presentado un menor número de espigas m^{-2} que a su vez ha repercutido provocando una menor producción de grano en el momento de la cosecha.

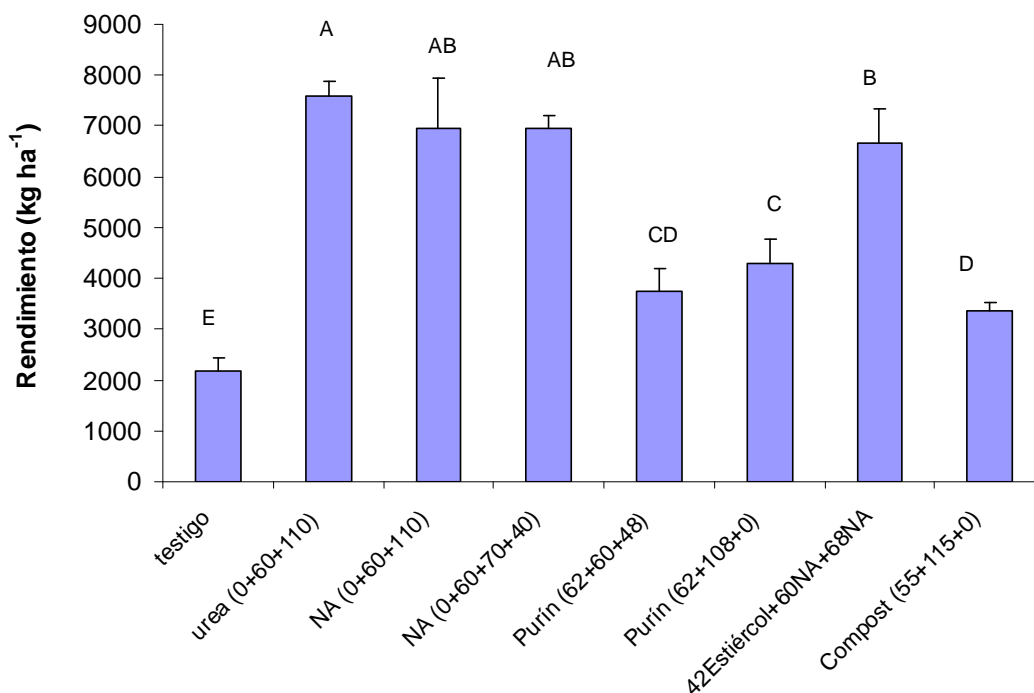


Figura 12. Rendimiento (88% materia seca) obtenido para cada tipo de fertilizante y momento de aplicación en la campaña 2010-2011.

- **Contenido en proteína**

La proteína obtenida varía para cada tipo de fertilizante y momento de aplicación (Figura 13), siendo mayor para el tratamiento con un tercer aporte en hoja bandera (NA (0+60+70+40)) y el tratamiento que ha recibido la fertilización en forma de urea (0+60+110). Este a su vez es igual estadísticamente al que ha recibido dos coberturas en forma de nitrato amónico. Seguidamente, estaría el tratamiento que ha recibido parte del nitrógeno en forma orgánica en fondo y dos coberturas en forma de nitrato amónico (42Estiércol+60NA+68NA). Los tratamientos que no han recibido fertilizante mineral son todos ellos iguales entre sí, presentado bajos valores de proteína en grano, inferiores en todos los casos al 8%.

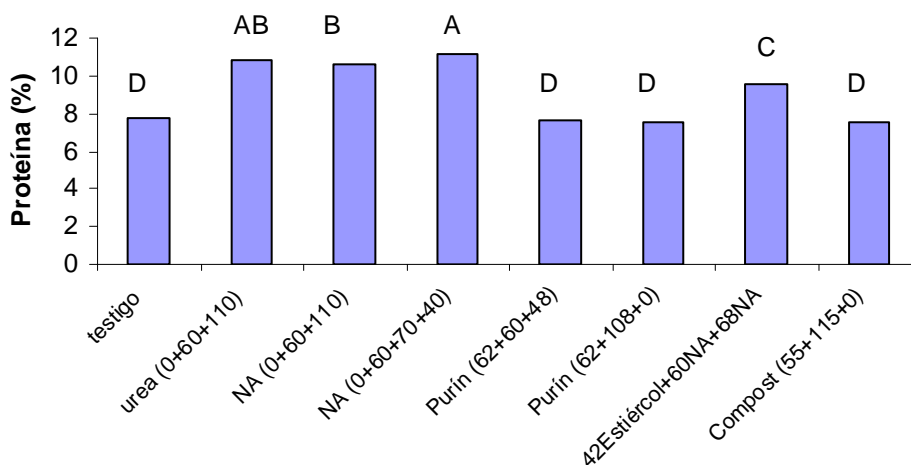
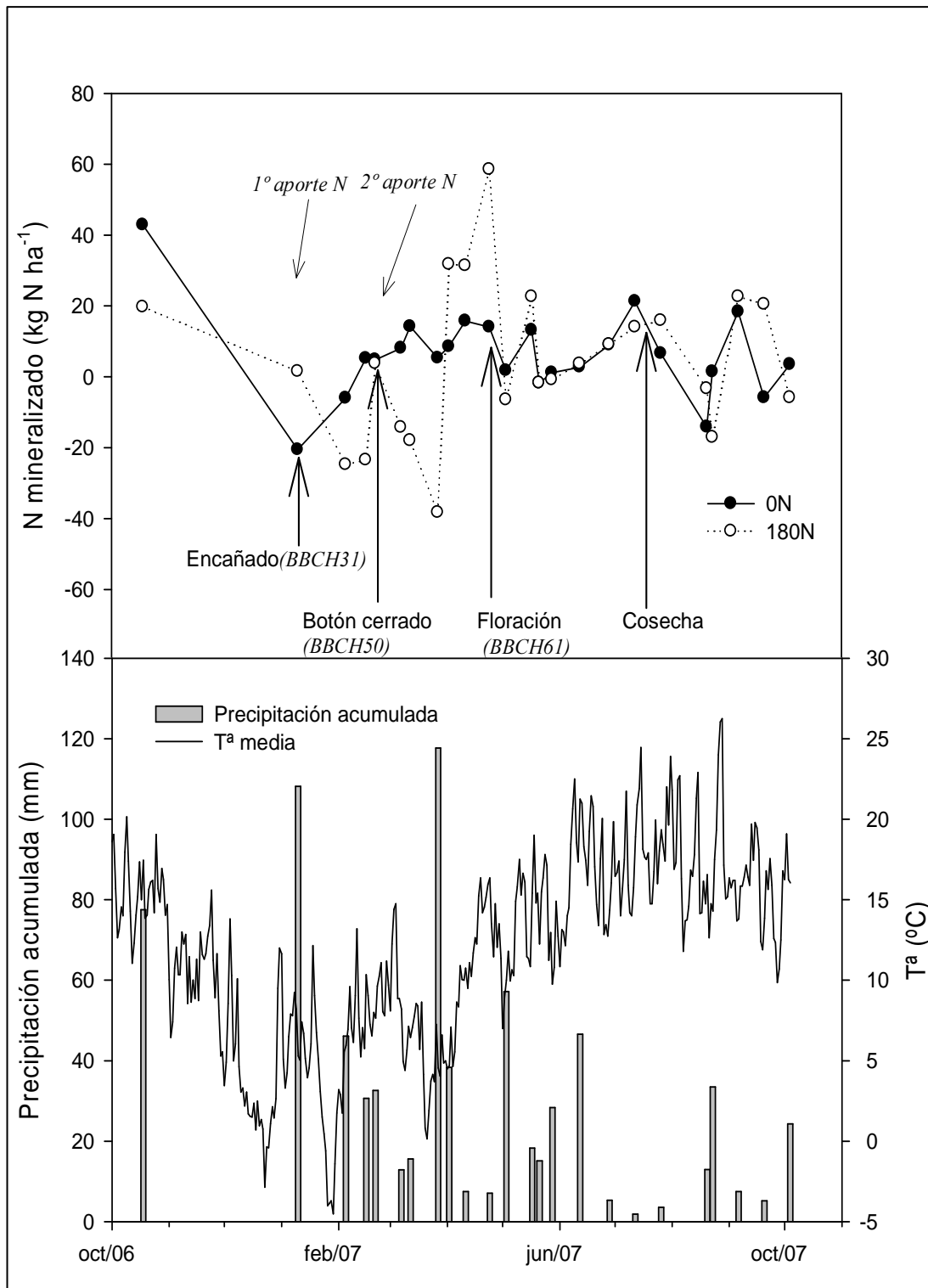


Figura 13. Proteína bruta de los diferentes tratamientos del ensayo de Gauna en la campaña 2010-2011.



Otros resultados obtenidos (si es necesario)

INFORME TÉCNICO

3. INFORMACIÓN CIENTÍFICA GENERADA

▪ Publicaciones Científicas Internacionales

Aizpurua, A. , Estavillo, J. M. , Castellón, A. , Alonso, A. , Besga, G. and Ortuzar-Iragorri, M. A. (2010). 'Estimation of Optimum Nitrogen Fertilizer Rates in Winter Wheat in Humid Mediterranean Conditions, II: Economically Optimal Dose of Nitrogen', Communications in Soil Science and Plant Analysis, 41: 3, 301 - 307.

Ortuzar-Iragorri, M. A. , Castellón, A. , Alonso, A. , Besga, G. , Estavillo, J. M. and Aizpurua, A. (2010) 'Estimation of Optimum Nitrogen Fertilizer Rates in Winter Wheat in Humid Mediterranean Conditions, I: Selection of Yield and Protein Response Models', Communications in Soil Science and Plant Analysis, 41: 19, 2293 - 2300.

▪ Publicaciones Científicas Nacionales

▪ Comunicaciones a Congresos, Reuniones, Simposios

▪ Artículos de Divulgación

▪ Monografías

▪ Informes Técnicos

Se ha entregado el informe Técnico anual al INIA.

4. ACTIVIDADES DE FORMACIÓN Y TRANSFERENCIA REALIZADAS

La becaria Nerea Villar está realizando su tesis dentro del marco de este proyecto gracias a una beca del Departamento de Educación.

5. DESVIACIONES CON RESPECTO A LA MEMORIA DEL PROYECTO

Incluir en este apartado sólo las relativas al plan de trabajo

5. DESVIACIONES CON RESPECTO A LA MEMORIA DEL PROYECTO

Incluir en este apartado sólo las relativas al plan de trabajo