

INFLUENCIA DEL TIPO DE ABONO EN LA COMPOSICION NITROGENADA DE CULTIVOS DE SECANO DE LA PROVINCIA DE SEGOVIA

Enrique Covisa Náger.

Farmacéutico.

Plaza Mayor nº 17. 40360 Cantimpalos (Segovia)

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de degradación del medio ambiente van siendo percibidos por sectores cada vez más amplios de la sociedad, lo cual ha llevado a que se les preste mayor atención para aminorarlos o evitarlos. Por otro lado, además de considerar la biosfera como un sistema global, en cuya durabilidad queda implicada toda la humanidad, se debe mantener una percepción local.

El suelo, por ser un recurso natural no renovable o muy difícil y costoso de renovar, debe ser utilizado sin llegar a superar la capacidad de aceptación de los distintos usos previstos para cada caso. Los compuestos nitrogenados en general, y particularmente los nitratos y nitritos, han suscitado desde hace años un vivo interés entre la población científica, sensibilizada a raíz del conocimiento de la acción tóxica que estos compuestos ejercen sobre el organismo humano y animal. Los nitratos representan un papel indiscutible como precursores de formación de aminoácidos y proteínas en la naturaleza. Su presencia en el suelo, imprescindible para que las plantas puedan efectuar la síntesis de sus proteínas celulares, así como en las aguas, es una consecuencia natural de la bioquímica del nitrógeno.

Por otra parte, el ciclo del Nitrógeno sufre profundas modificaciones por las actividades agrícolas e industriales del hombre. La utilización masiva, a nivel mundial, de fertilizantes nitrogenados, independientemente del tipo utilizado para la aportación al suelo, incrementa considerablemente la presencia de nitratos en el terreno y en el agua favoreciendo, por tanto, su acumulación en los alimentos de origen vegetal. El exceso de ión nitrato crea un riesgo para la salud humana que, en este caso, podría regularse mediante la adopción de un programa racional de fertilización.

La Unión Europea (U.E.), en agosto de 2003, establece los contenidos máximos de nitratos para espinacas y lechugas hasta el año 2005, en que serán revisados (Reglamento CE 466/2001 de 8 de marzo de 2001, DOCE 16-03-2001 y Reglamento CE 563/2002 de 2 de abril de 2002, (DOCE 03-04-2002). La Junta de Castilla y León, mediante el Decreto, 109/1998 (BOCYL nº 112 de 16-06-1998), designa zonas vulnerables en la Comunidad, siguiendo directrices de la U.E., con el fin de afrontar el problema que supone la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, procedente de fuentes agropecuarias.

Los cambios en los sistemas de producción agropecuarios han tenido y tienen una clara incidencia en el medio ambiente. El paso de ganadería extensiva a ganadería intensiva, así como la intensificación de la actividad agrícola, ha significado junto a unos indudables y deseables logros socioeconómicos, la producción de unos mayores volúmenes de residuos por unidad de superficie. En consecuencia, resulta necesario afrontar el grave problema ambiental que supone la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, procedente de fuentes agropecuarias (De la Flor Masedo y Lobete, 2000).

Si se hace una revisión de las superficies destinadas en el año 2000 a los diferentes tipos de cereales en Castilla y León (2002), se comprueba que hay un predominio de producción de cereales de secano, siendo la cebada la de mayor producción (129.405 ha) de un total de 190.000 ha cultivadas en el año 2000 que se aplica mayoritariamente para la obtención de piensos. La cabaña ganadera en los últimos años ha experimentado una variación importante pasando en los últimos 30 años de 239.000 cabezas de ganado porcino a más de 1.100.000 y multiplicando por tres las cabezas de ganado bovino, según Cajasegovia (2002), lo que representa una mayor cantidad de desechos.

2. OBJETIVO

Aproximación al estudio de la influencia del tipo de abono en el contenido de nitrógeno total, nitratos y nitritos en cereales de secano de la provincia de Segovia.

3. PARTE TEÓRICA

Las necesidades de nitrógeno del cereal deben ser consideradas en su conjunto, no siendo siempre posible una diferenciación clara entre sementera y cobertera, dado que las cantidades a utilizar en uno y otro caso están íntimamente relacionadas. Sin embargo, una correcta utilización del nitrógeno supone una adaptación lo más perfecta posible al ciclo de extracciones del cereal, tanto en épocas como en cantidades. Fuentes Yagüe (1999) indica que, en el desarrollo del ciclo vegetativo de un cereal, los tres elementos principales de la nutrición (nitrógeno, fósforo y potasio) son absorbidos en casi todas las fases de su ciclo, teniendo cada uno de ellos una importancia fundamental en una fase determinada.

Partiendo de una semilla de cereal, se puede observar que en la fase de germinación lo único que éste necesita es humedad para disolver las sustancias de reserva de las que se vale para su nacimiento. Desde la germinación al ahijamiento se desarrollan las jóvenes raíces primarias y, una vez consumidas las reservas del grano, la planta puede ya alimentarse por sí misma a expensas de la riqueza que encuentre en el suelo. En este periodo se absorbe una importante cantidad de nitrógeno, necesario para el fuerte desarrollo celular y para que las plantas lleguen vigorosas al invierno.

Respecto al fósforo, aunque su falta en los diez primeros días de cultivo no produce efectos en el rendimiento, su carencia se manifiesta y se retrasa la madurez si falta a partir del décimo día. Una vez que la pequeña planta ha salido al exterior se inicia un fuerte enraizamiento, en el que el fósforo tiene un papel principal.

En cuanto al potasio, sólo una pequeña cantidad del total, un 15 % aproximadamente, es absorbido durante el otoño, pero esta cantidad es precisa para mejorar la resistencia al frío. Posteriormente, ya en pleno invierno, la planta presenta un desarrollo muy pequeño, paralizándose totalmente la absorción de fósforo y potasio y manteniéndose de forma muy leve la del nitrógeno. Pasado el invierno comienza fuertemente la actividad vegetativa. La planta, a partir del nudo de ahijamiento, comienza a echar hijuelos. En un corto periodo de tiempo se forma una gran masa verde. La planta prosigue su crecimiento rápido, encañando y teniendo lugar al final de esta fase la formación de la espiga de cada hijuelo. La velocidad de crecimiento alcanza su valor máximo.

Abonos y fertilizantes

Se considera el suelo como almacén de nutrientes. Lógicamente, si las plantas extraen elementos, necesariamente se deben restituir; en caso contrario el suelo se agota y la planta no tiene de qué alimentarse lo que puede suponer un deterioro de la producción.

Un suelo se considera fértil cuando es rico en nutrientes, lo cual, es sinónimo de productividad. La fertilidad se caracteriza por un conjunto de cualidades como textura, estructura, capacidad de retención de humedad, nivel de nutrientes, etc. De todos los problemas que afectan al suelo, lo más sencillo y económico es solucionar la fertilidad. Existen numerosos fertilizantes de variada composición, algunos simples y otros compuestos. Unos elementos son conocidos como elementos mayores, como nitrógeno, potasio, fósforo y otros como oligoelementos, entre los que figuran cobre y molibdeno (Simpson, 1991).

Se puede definir fertilizante o abono como cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal.

El R.D. 72/1988 de 5 de febrero (B.O.E. 6-2-1988), sobre fertilizantes y afines, define todos los tipos de fertilizantes o abonos, marca las formas en qué ha de expresarse la composición de un producto y los factores de conversión entre cada elemento.

Se pueden clasificar de la forma siguiente:

- Abonos minerales con elementos principales (sólidos):
 - Abonos simples: Abonos nitrogenados, abonos fosfatados y abonos potásicos.
 - Abonos compuestos: Abonos NPK, abonos NP, abonos PK.

Estiércoles y purín

Los estiércoles son productos de desecho de los animales que se reciclan incorporándolos de nuevo al suelo. Esta incorporación puede tener lugar directamente si se trata de excretas de animales que pastan. Cuando se trata de animales estabulados, bien sea

en estabulación libre o atados, es necesario tratar las excretas o almacenarlas antes de extenderlas sobre el suelo.

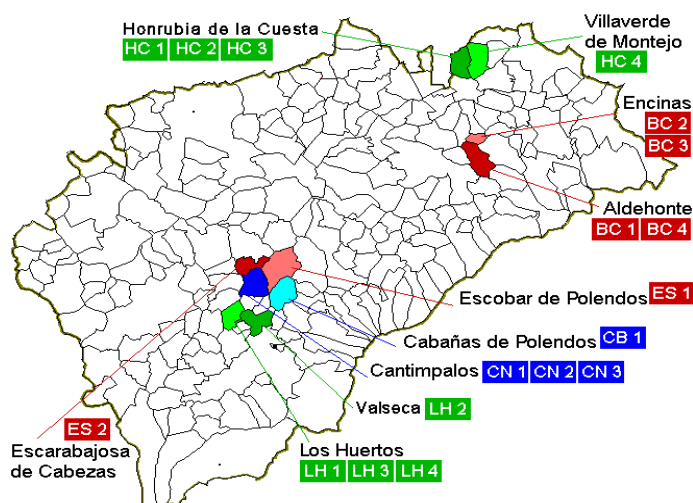
El purín según Simpson (1991), se considera como una mezcla de los excrementos sólidos y líquidos (heces y orina), junto al agua procedente de la limpieza de los establos, lluvias y restos de comida de los propios animales. La composición puede ser muy variable siendo muchos los factores que la condicionan. Los estiércoles de granjas y los purines son, por desgracia, considerados por muchos agricultores como simples subproductos inevitables del sistema de explotación agrícola que les ocasiona grandes problemas de almacenaje y de eliminación. En consecuencia, rara vez se conservan en grandes cantidades y con frecuencia se suelen emplear en determinadas zonas para cultivos que no son adecuados.

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1. LOCALIZACIONES DE LAS ZONAS DE MUESTREO

Se han seleccionado varias zonas de recogida de muestras; en todas ellas hay una alta producción de cereales de secano, con predominio de cebada y trigo. Se han recogido semillas secas y espigas verdes.

Los lugares seleccionados se ubican en la zona que es por excelencia la más agrícola de la provincia; el resto, como sus nombres indican, tienen predominio de pinares, pastos y montaña.



Mapa 1. Zonas de muestreo seleccionadas en la provincia de Segovia

En el Mapa 1 se han representado en diferentes colores las distintas localidades de muestreo, siendo cada color indicativo del tipo de abono, correspondiendo los tonos verdes a abonos inorgánicos, los azules al empleo de estiércol y los rojos a utilización de purín. Se utiliza la nomenclatura correspondiente a las iniciales de la población seguida de un número de orden para distinguirlas en caso de que haya más de una por municipio. Para las muestras de cereal verde, se sigue igual nomenclatura seguida de la letra V.

Se tomaron 18 muestras de semillas secas de cereales de la campaña 2003, de las cuales 4 muestras son de trigo y 14 de cebada, todas ellas después de la recolección en julio de 2003. En la última quincena de mayo de 2004, se procedió a la toma de muestras de cebada con espiga verde, de 8 fincas. Se han confeccionado unas fichas de identificación de cada una de las tierras, en las que además de recoger aspectos ligados al cultivo y al abono, se precisa la ubicación exacta, término, parcela, polígono, y un apartado de observaciones en el que se recogen los aspectos que pueden considerarse de importancia.

4.2. METODOLOGÍA

Las determinaciones que se han realizado son:

Humedad. Método 984.25 del A.O.A.C. (1990). Determinación tras desecación en estufa a 105°C hasta pesada constante.

Proteína bruta. Método Kjeldahl (MAPA, 1993).

Nitratos y Nitritos. Se basa en las normas AFNOR N.F.V. 04.409 y N.F.V.04.410, modificado por Bosch y Bosch (1985) y García Mata (1985). Determinación espectrofotométrica (538 nm) del derivado azoico formado al reaccionar el nitrito con una amina primaria (sulfanilamida) en medio ácido y, posteriormente con un compuesto aromático (N-naftiletlen-diamina). La determinación cuantitativa de nitratos, se basa en la reducción de éstos a nitritos, mediante columna de cadmio, y posterior determinación de los nitritos totales y los nitritos iniciales de las muestras. El contenido de nitratos se calcula por diferencia de estas dos cantidades. La cuantificación de nitritos se llevó a cabo por calibración directa, extrapolando en la recta de calibrado.

Con el fin de comprobar si el método utilizado es fiable se llevó a cabo una prueba de recuperación por duplicado en dos tandas. Se obtiene una recuperación del 92 %

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La discusión se plantea en cuatro apartados:

- Uno referido a las características de la tierra y el abonado.
- En segundo lugar, se comentan las características de las semillas de cereales.
- En tercer lugar, nos referimos a los datos obtenidos en planta verde.
- Por último, se hace una breve referencia a cómo inciden los diferentes abonos en los valores de nitratos y nitritos.

Características de la tierra y el abonado

El tipo de abono se recoge en la Gráfica 1. Se aprecia que antes de la siembra, un 45 % de las tierras no se han abonado, casi un 35 % han utilizado purín y algo más de un 20 % estiércol. Durante el invierno, tan sólo un 10 % permanecen sin ser abonadas, mientras que el 80 % restante se abonan con fertilizantes N/P/K de diferentes graduaciones o abonos de N. En lo referente al abonado de cobertera, se realiza en todas las tierras, utilizándose en la mayoría de los casos Nitrógeno sólo de 26 ó 27 % y en el resto de los casos complejos N/P/K. La incidencia de los diferentes abonos se comentará más adelante.

Características de las semillas de cereales

La humedad de las semillas de trigo y cebada (Gráfica 2) es bastante homogénea, entre 10,52 y 14,56 % para trigo y de 10,08 a 14,46 % para cebada. Según Callejo González (2002) se acepta que los niveles máximos de humedad deben ser del 14 % para trigo y del 13 % para la cebada, cifras que se corresponden con los valores publicados por Hosney (2003) y dentro de los cuales se encuentran los nuestros.

La proteína (Gráfica 3) dio para el trigo un valor que se sitúa entre 15,56 y 16,37 g/100 g, lo cual según Hosney (2003), está dentro de los valores normales, pues este autor afirma que debe encontrarse entre el 6 y el 27 %, aunque lo más frecuente es que las cifras se sitúen entre el 8 y el 16 %. Mataix y col. (1995) indican que la proteína del trigo es 11,73 g/100 g y Souci y col. (1986) citan valores de 11,60 g/100 g. Con respecto a la cebada, la proteína oscila de un 12,17 a un 17,83 %.

Los valores de nitratos y nitritos contenidos en los cereales en grano, expresados en mg/100 g, se recogen en las Gráficas 4 y 5. Tanto en trigo como en cebada los nitratos se sitúan en valores que oscilan entre los 1986 y 4886 mg/100 g. Para los nitritos se aprecian variaciones más acusadas entre las diferentes muestras; el valor mínimo fue de 15 mg/100 g g y el máximo de 236 mg/100 g. En la Gráfica 5 se aprecia el despunte de varios valores dentro de los nitratos y de los nitritos. La única excepción es la muestra BC 3 que habiendo sido abonada con purín presenta un valor promedio dentro de las muestras abonadas con estiércol o abono inorgánico. Con relación a los nitritos en cebada, hay tres muestras BC 2, BC 3, BC 4, todas ellas abonadas con purines, que sobresalen del resto presentando unos contenidos de 230 a 236 mg /100 g de nitritos.

Características de las espigas verdes

En cuanto a las determinaciones realizadas sobre las espigas en verde, se ha determinado la humedad, que en todos los casos se sitúa en torno al 60-70 %. Respecto a la proteína los valores varían entre el 4,88 y 6,35 g/100 g. Se observa la uniformidad de valores en ambos casos (Gráfica 6).

Se determinaron también nitratos y nitritos en planta verde. Los valores obtenidos se recogen la Gráfica 7. Salvo la muestra LH 1V, que presenta un contenido de nitratos relativamente reducido, de 2576 mg/100 g, las restantes muestras varían desde los 4512 a 8620 mg/100 g. En cuanto a los nitritos, los cantidades son bajas, siendo la muestra ES 2V la que presenta el valor máximo con 664 mg/100 g; esta muestra corresponde a una tierra con aporte de purín antes de la siembra.

Si se comparan los nitratos y nitritos obtenidos en las plantas verdes con los observados en el grano (Gráficas 5 y 7), es notable el contenido de nitratos mucho más elevado en las primeras que sobre el grano, ya que los órganos de tránsito (raíces y hojas) de los vegetales suelen tener mayor cantidad debido a que además de servir de transporte de estos compuestos sirven como órgano de acumulación (Coïc y Lesaint, 1980).

Los nitritos en las muestras verdes que han recibido abono inorgánico presentan unos niveles semejantes a los hallados en los granos; sin embargo, las muestras que recibieron

abono orgánico mostraron unos contenidos más elevados, sobre todo aquellas que fueron abonadas con purines (Gráficas 5 y 7).

Incidencia del tipo de abono

En la Gráfica 8 se comparan los valores medios de nitratos y nitritos obtenidos en función del tipo de abonado, observándose que los cereales producidos en tierras que se han abonado con purín presentan valores más altos que los que proceden de campos abonados con estiércol y/o abonos inorgánicos.

6. CONCLUSIONES

Del estudio llevado a cabo sobre las semillas de cereales en grano y en espiga verde, se deducen las siguientes conclusiones:

1.- La humedad media de las semillas de cereales fue de 12,07 % para trigo y 11,78 % para cebada. La proteína de las semillas de trigo y cebada analizadas se sitúa dentro de los valores habituales para estos cereales, entre 15,56 % y 16,45 % para trigo y 12,05 % y 17,83 % para cebada. No se puede afirmar hasta el momento que el tipo de abonado influya de una manera acusada en la cantidad de proteína.

2.- Los nitratos de las semillas estudiadas se encuentran entre 1.924 y 4.886 mg/100 g, en ambos casos en muestras de cebada; los correspondientes a trigo se encuentran dentro de este margen. En las muestras en verde, los nitratos llegaron a alcanzar 8.620 mg/100 g. Los valores más altos son los relativos a tierras que han sufrido abonado con purín antes de siembra y posteriormente con abonos inorgánicos.

3.- En semillas de trigo y cebada, los nitritos están en concordancia con los nitratos, pues hay presencia en todas las muestras, sobresaliendo tres de cebada que alcanzan valores de 230 a 236 mg nitritos/100 g, y que corresponden a tierras que han sido abonadas con purín antes de la siembra y con abonos inorgánicos con posterioridad. El resto de los valores obtenidos se encuentra en cantidades que van de 15 a 63 mg nitritos/100 g, no apreciándose diferencia o relación manifiesta entre abono con estiércol o no antes de sementera y abono inorgánico durante el invierno y cobertera.

4.- En conjunto, podemos afirmar que los cereales estudiados presentan cantidades elevadas de compuestos nitrogenados, pero la influencia del tipo de abono requiere estudios más exhaustivos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (1990). Official Methods of the Analysis. 13^a Association of Official Analytical Chemists. Ed. Kenneth Helrich. Washington.
- Blanc, D.; Morisot, A. "Les nitrates d'origine agricole: leurs accumulation dans la plante leur effect sur l'environnement" *Ann. Nutr. Alim.*, 34,1980,791-806.
- B.O.E. (6 de febrero de 1988). R.D.72/1988 de 5 de febrero de 1988 sobre fertilizantes y afines.
- B.O.E. (11 de marzo de 1996). R.D. 261/1996, de 16 de febrero sobre colección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Bosch Bosch, M.N. (1985). "Nitratos y nitritos en productos vegetales y sus modificaciones por la cocción". Tesis presentada en la Facultad de Farmacia. U.C.M. Madrid.
- Cajasegovia. "Observatorio socioeconómico 2002". Cajasegovia. Segovia. 2002.
- Carl Hoseney, R. "Principios de Ciencia y tecnología de los cereales". Ed. Acribia. Zaragoza.2003.
- Callejo González. M^a J. "Industrias de cereales y derivados". Ed. Mundi Prensa. Madrid.2002.
- Cajasegovia. Observatorio Económico. 2002.
- Coïc, Y; Lesaint, C.H. "Sur le déterminisme de l'accumulation des nitrates dans les organes vegetaux », *Ann. Nutr. Alim.* 34, 1980,929,936.
- De la Flor Masedo M., Lobete Huertas, F. "Contaminación por metales pesados en suelos afectados por purines de cerdo en la provincia de Segovia". Cajasegovia. Segovia.1996.
- FuentesYagüe, José Luis."El suelo y los fertilizantes". Ed. Mundiprensa. Madrid.1999.
- García de la Mata, M. "Nitritos residuales en embutidos (chorizo). Influencia de los tratamientos culinarios en su contenido". Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. U.C.M. Madrid.
- Junta de Castilla y León. Anuario Estadístico de Castilla y León 2000. Valladolid. 2002.
- Junta de Castilla y León. Decreto 109/1998 por el que se designan zonas vulnerables a la contaminación de aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero (BOCYL 112/1998 de 16-06-1998).
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) (1993). Métodos oficiales de análisis. Tomo I. Ed. MAPA. Madrid.
- Mataix, José; Maña, Mariano; Llopis, Juan; Martínez de la Victoria, E. Tablas de Composición de Alimentos. Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Universidad de Granada. 1995.
- Reglamento CE 466/201 de 8 de marzo de 2001 (DOCE16-03-2001).
- Reglamento CE 563/2002 de 2 de abril de 2002 (DOCE 03-04-2002).
- Resolución del Parlamento Europeo sobre la aplicación de la Directiva 1/676/CEE relativa a los nitratos.
- Simpson, K. Abonos y estiércoles. Ed. Acribia. Zaragoza.1991.
- Souci, S.W. ; Fachmann, W. ; Kraut, H. Food Composition and Nutrition tables 1986/87. Stuttgart.1986.

GRÁFICA 1. CARACTERÍSTICAS DEL ABONADO

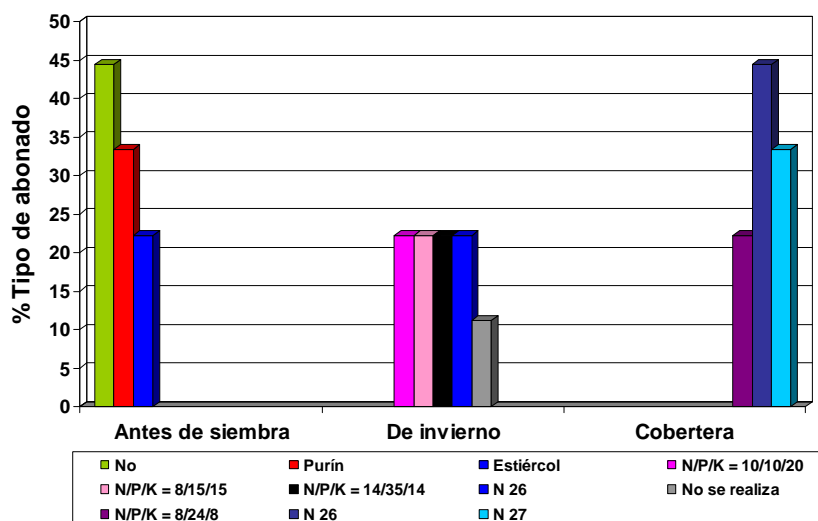


GRÁFICO 2. HUMEDAD EN TRIGO Y CEBADA

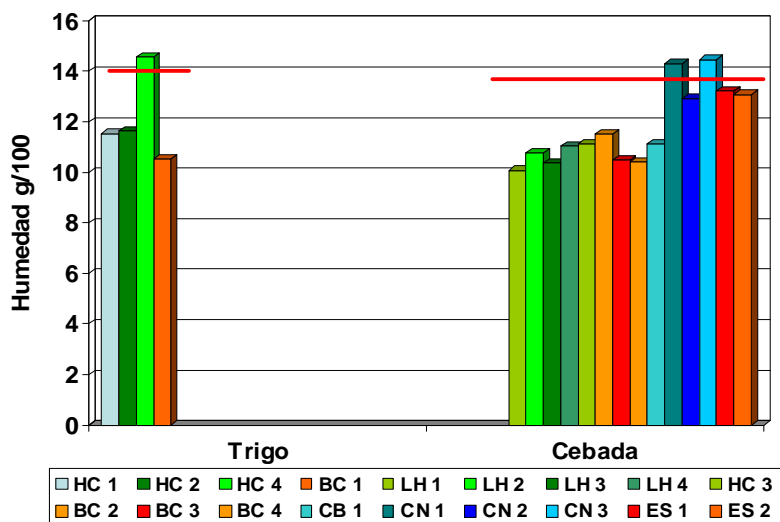
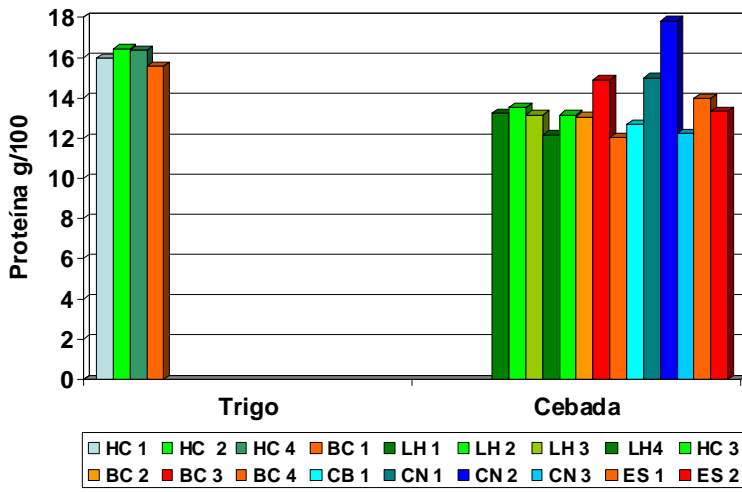
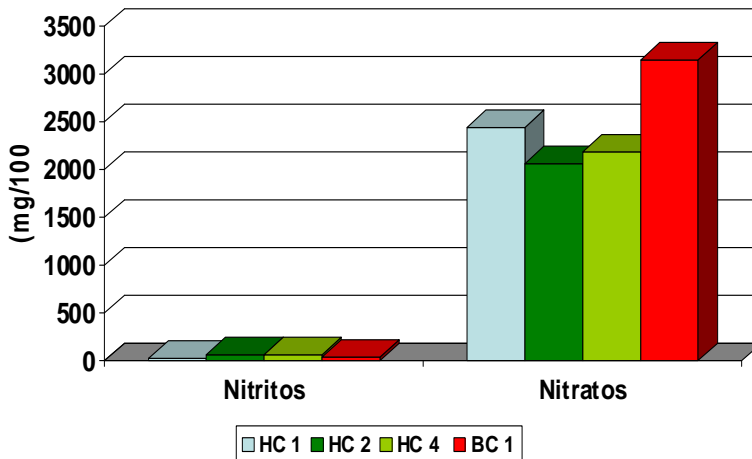


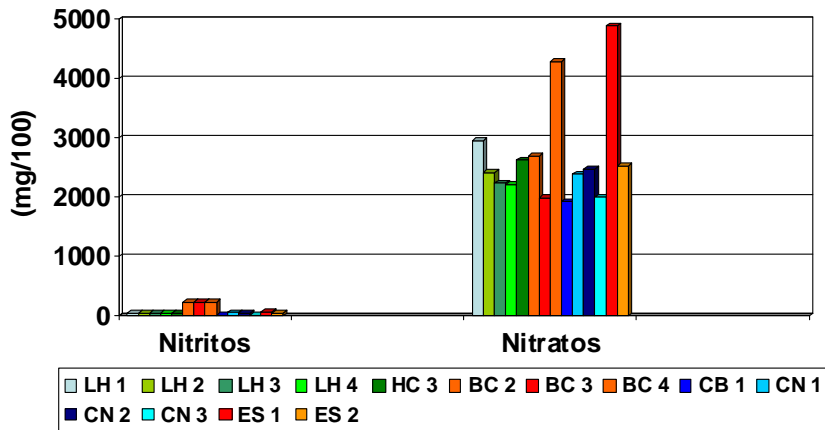
GRÁFICO 3. PROTEÍNA EN TRIGO Y CEBADA



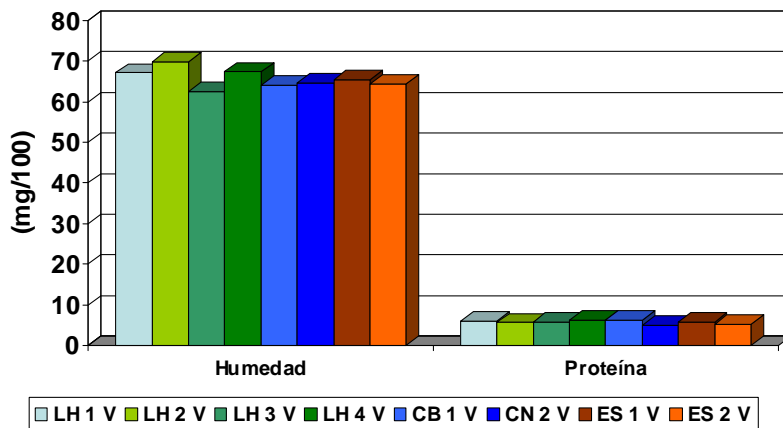
GRÁFICA 4. TRIGO EN GRANO. CONTENIDO DE NITRATOS Y NITRITOS



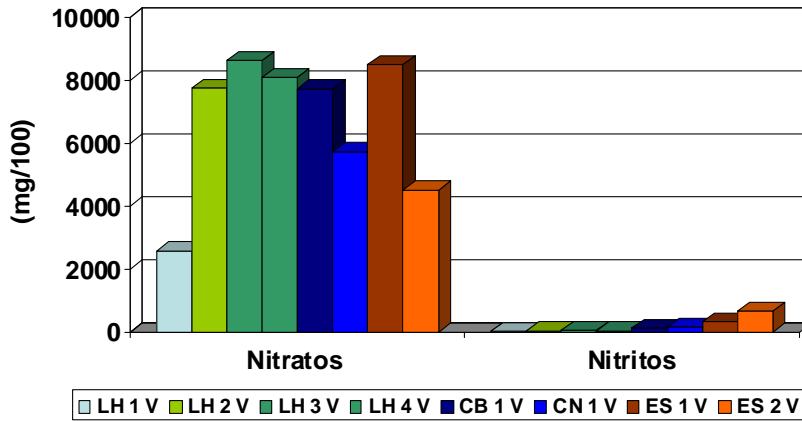
GRÁFICA 5. CEBADA EN GRANO. CONTENIDO DE NITRATOS Y NITRITOS



GRÁFICA 6. HUMEDAD Y PROTEÍNA EN CEBADA VERDE



GRÁFICA 7. CONTENIDO DE NITRATOS Y NITRITOS EN CEBADA VERDE



GRÁFICA 8. COMPARACIÓN DE LOS VALORES MEDIOS DE NITRATOS Y NITRITOS EN FUNCION DEL TIPO DE ABONADO

