

ENTREVISTA REVISTA TIERRAS-AGRICULTURA nº 173 (2010)

Sobre Fertilización en secano y principalmente en los cultivos herbáceos



Carlos Lacasta Dutoit, CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. Finca Experimental “La Higuera” 45530 Santa Olalla. Toledo. España: csic@infonegocio.com.

1.- PLANIFICACIÓN DEL ABONADO

a) En general, ¿Cree que existe una planificación previa por parte de los agricultores a la hora de afrontar la fertilización?

No, lo que hay es principalmente rutina o adaptación económica, porque no es fácil en un régimen irregular de lluvias, hacer una planificación del abonado, además los aportes de los fertilizantes químicos en estas condiciones, plantea toda una serie de inconvenientes derivados de una difícil asimilación, debido a la falta de agua, y de su consiguiente posible acumulación y mal aprovechamiento. Por esto creo necesario primero describir cuales son las condiciones medioambientales donde se desarrolla la agricultura del secano español, para conocer cuales serian las estrategias más adecuadas para conseguir una buena fertilización de los suelos.

El clima de la mayoría de los secanos españoles es mediterráneo continental semiárido con inviernos fríos, elevadas temperaturas estivales y un período seco de cinco meses que coincide prácticamente con el período libre de heladas. Este tipo de clima es relativamente insólito en el conjunto mundial por más que los habitantes de estos lugares estemos tan acostumbrados que lo consideremos habitual. La rareza de este clima es la coincidencia de las máximas temperaturas, y por tanto la máxima evapotranspiración (agua perdida por el suelo y las plantas), con las mínimas o nulas precipitaciones, lo que provoca un auténtico stress hídrico estival al que deben adaptarse en primera instancia todos los ecosistemas. En general lo normal es que las lluvias coincidan con los momentos térmicos más favorables para el desarrollo de las plantas. De ahí que el privilegio de la península Ibérica de contar con mejor dotación térmica, con mayor intensidad de radiación solar y mayor número de horas anuales de sol para producir biomasa vegetal, se encuentre en inferioridad de condiciones frente a nuestros vecinos del norte por no tener el agua en el momento que se necesita. Otra característica muy importante de los secanos españoles es la variabilidad interanual y anual de la pluviometría. Es esta variabilidad, no la baja pluviometría, la que representa el mayor reto para la productividad de estos sistemas agrícolas. Si se observa el cuadro 1, donde se ha representado la pluviometría y los rendimientos de cereal de Santa Olalla, Toledo, donde esta ubicada la Finca Experimental “La Higuera”, se comprueba la variabilidad tanto interanual como anual y como esta afecta a los rendimientos de los

cultivos, de lo que se deduce que en estos agrosistemas hay una baja eficiencia de los fertilizantes químicos y en cambio grandes riesgos de contaminación por nitratos con las precipitaciones de otoño, al no haber sido utilizados por la cosecha.

Para gestionar correctamente un sistema agrario hay que estudiar los elementos y procesos que intervienen en su constitución y funcionamiento, empezando por el aporte de energía, esta proviene del sol y son las plantas las encargadas de su transformación a través de la fotosíntesis, fijando el carbono que es la base de la vida, esta energía después es repartida por la cadena trófica, tanto aérea como edáfica, si esta energía no llega al suelo el sistema quiebra. Los nutrientes están en el suelo y estos se reponen a razón de los 2 mm de suelo nuevo que se forma todos los años, si estos son extraídos o perdidos por erosión a mayor velocidad que su reposición el sistema termina también quebrándose. La agricultura actual convencional no considera estos flujos de energía y nutrientes por tanto es insostenible en el tiempo, sólo fertiliza con tres de los 14 elementos esenciales que necesita la planta y no considera la aportación de energía o carbono al suelo. Los 14 elementos esenciales que aporta el suelo para el desarrollo de las plantas son: Los macronutrientes; Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio y los oligoelementos; Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Boro y Molibdeno, Níquel y Cloro. Los tres elementos Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, que suponen el 95% en peso del extracto seco de los tejidos vegetales lo suministran el agua y el aire y pasan a formar parte del tejido de la planta a través de la fotosíntesis. Por tanto las estrategias y técnicas agronómicas tendrán que ir encaminado principalmente regular el flujo de energía aportando restos orgánicos al sistema para favorecer la actividad biológica de los suelos que transformaran los elementos minerales en formas asimilables para las plantas. Esto se conseguirá principalmente gracias a la gestión temporal de los cultivos, las rotaciones, en las que se utilizaran diferentes estrategias de laboreo, distintas especies, época de siembra, densidades, etc.

Los agricultores del secano entienden lo que estoy comentando, pero sea interiorizado tanto que el empleo de fertilizantes y herbicidas es imprescindible para producir que ahora resulta muy difícil cambiar el punto de vista. Son las situaciones de crisis, como las que está viviendo el secano español, las que obligan a pararse, pensar y replantearse lo que estamos haciendo.

No hay que olvidar que es en estos ambientes áridos y semiáridos, donde se desarrolló y consolidó la cultura del hombre actual. Los condicionamientos para el desarrollo de civilizaciones en estos ambientes ecológicos están relacionados con el clima seco, favorable a la acumulación de nutrientes en el suelo, necesarios para el crecimiento de los cultivos. Por tanto no se puede manejar la fertilización en los secanos españoles de la misma forma que en los países húmedos.

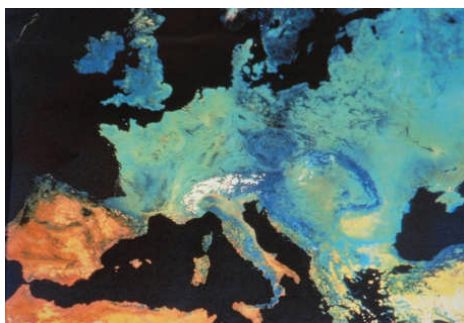
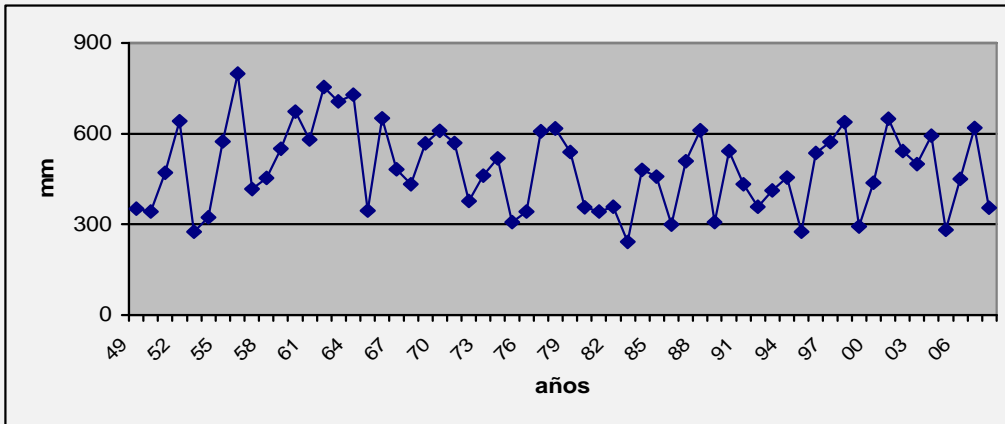
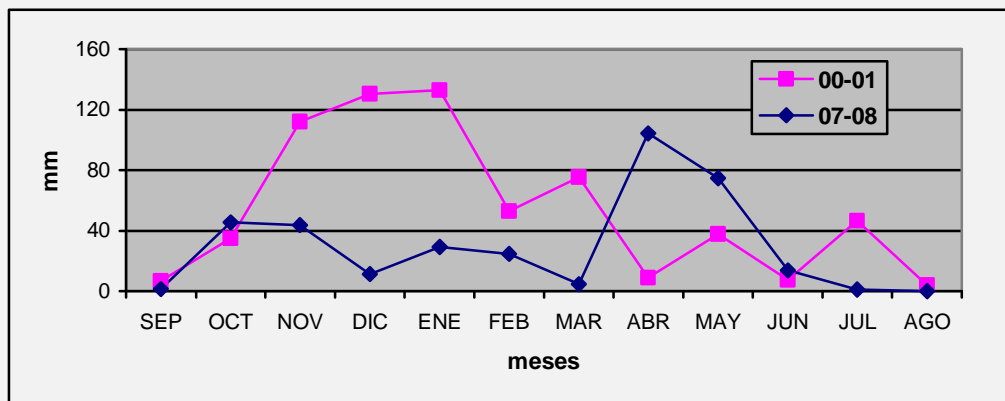


Foto satélite de Europa, donde se aprecia la aridez de la península Ibérica

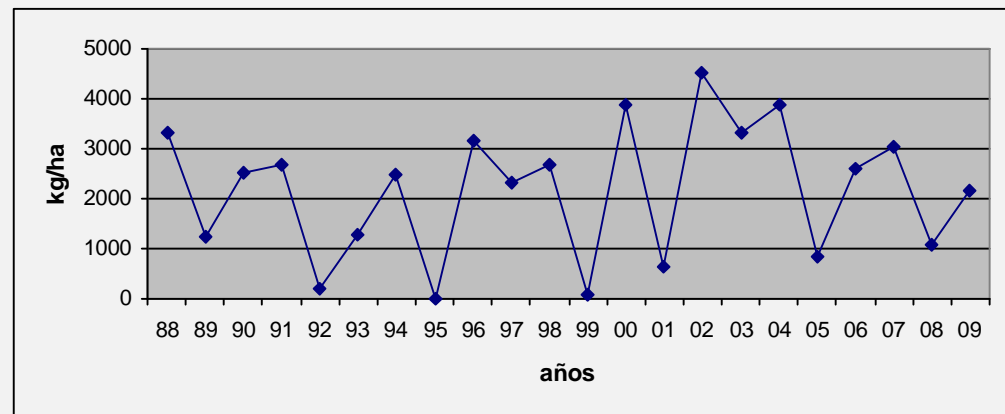
CUADRO. 1. Características más relevantes de los ambientes mediterráneos semiáridos



Evolución de las precipitaciones a lo largo de los últimos 60 años (1949-2009). Donde se observa la variabilidad interanual de la pluviometría y el aumento de años secos en los últimos años.



Evolución la pluviometría de dos años con bajos rendimientos, donde se aprecia la variabilidad anual, un año con precipitaciones de 649 mm, las precipitaciones de otoño - invierno fueron elevadas con el consiguiente lavado de nitratos y una primavera seca, el otro con una precipitación anual no excesivamente baja, 354 mm en cambio las precipitaciones de primavera llegaron tarde.



Evolución de los rendimientos de cebada en rotación con otros cultivos de los últimos 22 años, donde se aprecia el modelo de diente de sierra de las producciones de los agrosistemas semiáridos, deduciéndose la baja eficiencia de la fertilización química y los riesgos de contaminación por nitratos con las precipitaciones de otoño, al no haber sido utilizados por la cosecha.

b) ¿Se sigue produciendo un desajuste generalizado en la aplicación de fertilizantes tanto por exceso como por defecto, ya sea por un desconocimiento del suelo o por no tener en cuenta los cultivos precedentes y sucesivos?

El exceso o defecto lo va a determinar las condiciones meteorológicas del año. Si hay una buena distribución de las precipitaciones anuales, posiblemente tendremos un defecto, en cambio si las precipitaciones son escasas, habrá un exceso y si el otoño-invierno es lluvioso, además habrá contaminación.

c) Desde su experiencia, ¿Qué variables tendrían que tenerse en cuenta y cómo habría que proceder para poder ajustar correctamente el aporte de fertilizante?

Considerando que se está hablando de suelos no muy degradados, la variable más importante son las condiciones meteorológicas locales y entre ellas las tormentas de verano, en segundo lugar estarían la textura de los suelos y a continuación el cultivo precedente. Antes comentábamos que fue precisamente en estos ambientes de clima cambiante, con periodos secos donde se desarrolló y consolidó la cultura del hombre actual, gracias a la acumulación de nutrientes en el suelo, necesarios para el crecimiento de los cultivos. Vamos hacer un poco de historia para explicar como funciona este proceso.

En la agricultura, el hombre a través del manejo de la naturaleza consigue transformar el ambiente en beneficio de unos organismos y perjudicando a otros, sirva de ejemplo los cultivos y las malas hierbas. El agricultor con capacidad creadora transforma "los factores limitantes de la naturaleza" en factores claves de funcionamiento de estos sistemas agrarios. El agricultor a través de una serie de éxitos y fracasos, va acumulando información, que es la base de la cultura agraria, que le permite de un modo empírico ir reconociendo los elementos estabilizadores del sistema como son: la necesidad de cerrar el ciclo de la materia; considerar al suelo como un ente vivo que hay que alimentar, conocer la fragilidad de los sistemas agrarios; la importancia que tienen las rotaciones en el control de plagas, enfermedades y malas hierbas; saber cuando hay que hacer las labores, etc.

Pero este agricultor protagonista, desaparece en el último tercio del siglo XX y se convierte en un mero ejecutor de técnicas generalistas y globales, lo que se ha denominado la Revolución Verde. El término fue acuñado en 1968 por William Gaud, entonces director de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, para referirse al incremento sorprendente y repentino de la producción de trigo y de arroz que ocurrió en el mundo en la década de los 60 y 70, debido al efecto de las nuevas variedades, el uso de fertilizantes químicos y biocidas. Este aumento de la productividad no fue tan beneficioso en los ambientes poco favorecidos como los secanos españoles y ya estamos pagando algunos de los costes ecológicos (erosión salinización y contaminación) por imponerse la agricultura intensiva de estilo occidental de países húmedos en países donde es totalmente inadecuada.

Por ello hay que insistir en la necesidad de que el agricultor vuelva a comprender, que es el conocimiento de su entorno, la base para producir alimentos de forma sostenible y rentable.

Recordemos algunos principios básicos, el 99% de los organismos, incluido las plantas y el hombre, necesitan carbono, agua, aire y temperatura apropiada para vivir. Que si sumáramos toda la biomasa de todos los organismos del mundo que viven sobre la tierra, sería solo una sexta parte del peso de todos los organismos que hay debajo, en el suelo. Que ambos mundos se necesitan. Que la vida debajo del suelo estará condicionada por la cantidad de carbono que le llegue de arriba (materia orgánica), del agua, aire y temperatura que tengan. Y por último que el objetivo del agricultor es mejorar la interrelación entre el mundo de la superficie y el del suelo para obtener cosechas duraderas.

Sabemos que la materia orgánica constituye una fuente importante de nutrientes para las plantas. Puesto que en los suelos el 95% del nitrógeno, el 40% del fósforo y el 90% del azufre están asociados con la materia orgánica, su descomposición y evolución a lo largo del tiempo puede proporcionar una gran parte de los macroelementos necesarios para un desarrollo adecuado de los cultivos. Durante su mineralización, los microorganismos del suelo asimilan sustancias orgánicas complejas para obtener energía y carbono, liberando nutrientes en formas inorgánicas, tanto de la materia orgánica como del suelo. Este proceso está controlado por la temperatura, la humedad y el aire. Por ello si hace frío, no hay agua o falta aire, aunque haya mucha carbono no habrá reciclado de nutrientes ¿Cuando se dan estas condiciones de forma natural, en nuestro clima? En primavera y otoño.

El agricultor de los climas húmedos le resulta casi imposible manejar las condiciones del reciclado de nutrientes, porque o hace frío o falta aire, de ahí que el carbono se le acumule en el suelo, en cambio en los climas cambiantes, como los de nuestros secanos si se puede manejar las condiciones, cuando se deja por ejemplo, un barbecho estamos dejando agua en verano para que continúe la actividad biológica en el suelo, el aire, dependiendo de los suelos o bien tienen suficiente como los suelos arenosos o pedregosos o bien a través de labores superficiales se aumenta la macroporosidad y la temperatura del suelo en verano es la perfecta para la vida.

Por todo ello, al principio de esta pregunta le decía que la variable más importante para ajustar la fertilidad eran las tormentas de verano, seguida de los suelos y concretamente su textura y por último considerar el lugar en la rotación. En un trabajo publicado en su revista (Tierras-Agricultura) hace unos 5 años, Carlos Cantero en un experimento de larga duración donde estudiaba la fertilización en Agricultura de Conservación en Lérida en un monocultivo de cebada, encontraba que prácticamente no había diferencias entre fertilizar o no, las causas un terreno bien aireado (pedregoso) y tormentas de verano que permitía el reciclado de nutrientes.

En ensayos de larga duración que se realizan en la Finca La Higuera, se comprobó que en experimentos sin fertilización y solo dejando los residuos de las cosechas el monocultivo de cebada obtenía los mismos rendimientos que la cebada que rotaba con una veza para forraje en aquellos años que había habido tormentas en verano, ver cuadro 2, pero normalmente en las condiciones de Santa Olalla (Toledo), hay que recurrir a rotaciones de cultivo que favorezcan el reciclado de la paja incorporada.

La segunda variable a considerar son los suelos, en el cuadro 3 se explica las características más destacable de dos suelos y su efecto en los rendimientos anuales, comprobándose que la productividad anual en el mismo lugar es la misma en los valores

medios de muchos años y es independiente de los suelos, pero anualmente las diferencias pueden ser el doble en un suelo con respecto al otro. ¿Cómo se puede entonces, hacer una planificación de la fertilización en estos ambientes? Habrá que asumir que la fertilización de los cultivos herbáceos del secano español hay que gestionarlo de otra manera.

Los resultados obtenidos en la Finca Experimental “La Higuera” indican que cuando el suelo tiene una textura entre franca y arenosa, que facilita la aireación y es sometido a una rotación de cultivos no hay diferencia entre fertilizar o no y que con los residuos de cosecha es suficiente para mantener la productividad sostenible en el tiempo, ver cuadro 3. Los suelos arcillosos reúnen mejores condiciones para mantener poblaciones estables de microorganismos y en nuestras mediciones soportan el doble de biomasa microbiana que los suelos franco arenosos, esto es una dura competencia para los cultivos y además tienen menos aire por lo que es una desventaja para los microorganismos oportunistas que se encargan de la descomposición de los compuestos de carbono más lábiles, que son los más fáciles de reciclar; en estos suelos la fertilización química con nitrógeno supone un aumento de la producción de los cereales cuando se siembra en rotación de alrededor de un 25% frente a las parcelas que solo se aplican los residuos orgánicos de cosecha. Pero cuando se compara incluso en los suelos arcillosos los rendimientos de una cebada en rotación sin fertilización, con un cultivo continuo de cereal con fertilización química, los rendimientos del cereal en rotación sin fertilización es de un 50% superior. Esto indica que el monocultivo de cereal en muchas regiones del secano español es inviable económica y energéticamente.

Por último la consideración de la fertilización en función del cultivo precedente al cereal, estará en función de la cantidad de nitrógeno que deja el manejo del cultivo anterior y de las condiciones meteorológicas del año anterior, pero como término medio se puede decir que un barbecho deja entre 60-110 kg/ha de nitrógeno en forma de nitratos, una leguminosa recogida antes de la formación del grano entre 40-80 kg/ha, una leguminosa para grano entre 20-40 kg/ha, un girasol entre 15-30 kg/ha y un cultivo de cebada entre 10-20 kg/ha.

Esta falta de respuesta a la fertilización nitrogenada en el rendimiento de grano en nuestros ambientes se explica porque los cultivos con poco nitrógeno desarrollan la cubierta vegetal lentamente y la evapotranspiración es baja. Cuando la disponibilidad de agua es escasa, la deficiencia de nitrógeno reduce el crecimiento y distribuye el uso de agua entre los periodos vegetativo y reproductivo de manera más favorable, se maximiza el rendimiento en grano en relación al suministro de agua, el nitrógeno no es limitante para el rendimiento.

Si el nitrógeno que es el elemento más determinante en la productividad de los agrosistemas herbáceos del secano y como se ve no tiene una respuesta clara ¿Qué se puede decir de los otros macronutrientes?, la sugerencia que haría sería una restitución cada 20 años, no para aumentar la productividad sino para restituir las extracciones y asegurar la sostenibilidad y si esta restitución se hace con residuos ganaderos mejor porque así restituimos las extracciones de los 14 elementos que necesitan la planta.

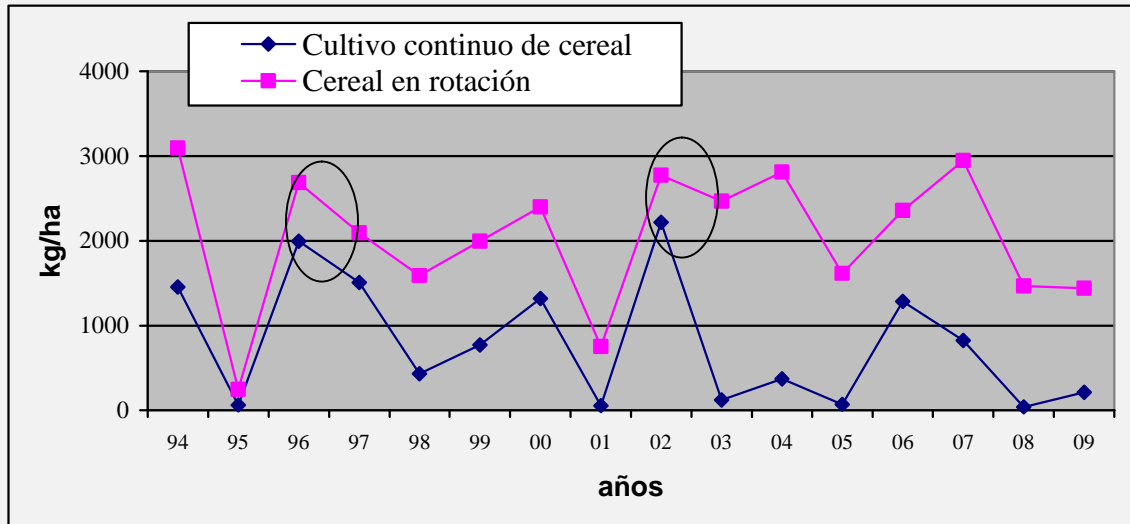
En resumen, el agricultor tendrá que afrontar la fertilización de sus parcelas considerando si ha habido tormentas en el verano que hayan sumado 80 litros /m², que textura tiene el suelo de la parcela, que sembró el año pasado, si ha aportado al suelo

periódicamente carbono (paja), cual es la capacidad productiva de la parcela, y eso unido al conocimiento histórico de la región y su respuesta a la fertilización química, tendrá que tomar la decisión de si merece la pena fertilizar o no y la cantidad estará marcada por el principio de que los beneficios esperados sean mayores que los costes producidos.

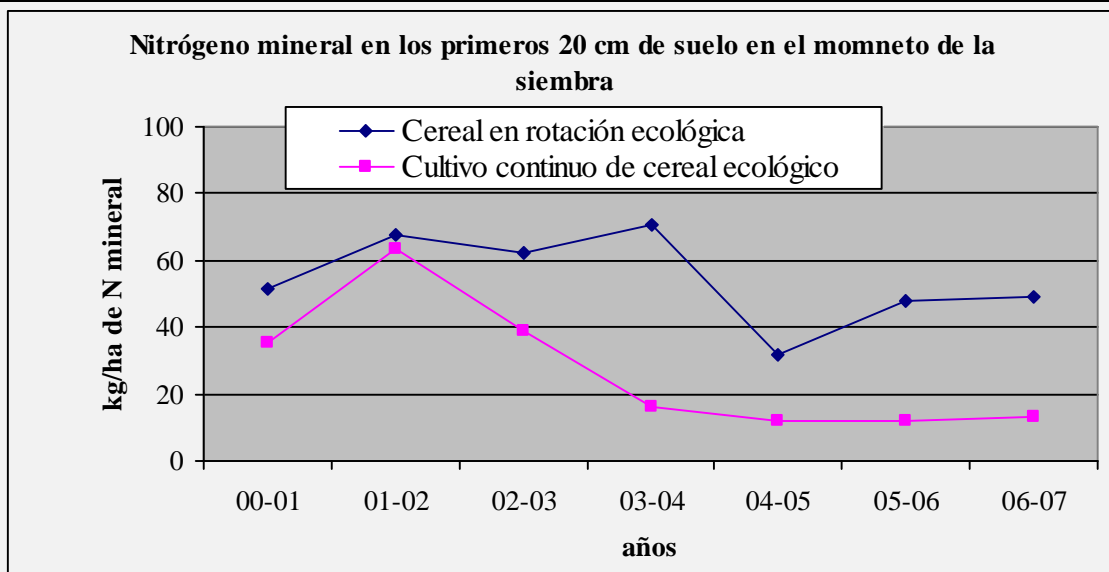
CUADRO 2. Las tormentas de verano y el reciclado de nutrientes

Resultados Finca Experimental "La Higuera"

Condiciones experimentales: Suelo arcilloso. La fertilización es la paja del cereal y la fijación de nitrógeno de la leguminosa. Para el control de hierbas se utiliza solo el efecto de la rotación. El laboreo es superficial con cultivadores. El diseño experimental es el de bloques al azar con tres repeticiones, las variables estudiadas son: Rotación cebada-veza forraje y monocultivo de cebada.



Evolución de las producciones de cebada en dos manejos diferentes sin fertilización donde se aprecia que el año 1996 y 2002 las producciones fueron equiparables a los rendimientos del cereal en rotación.



Durante siete años se midió el nitrógeno mineral del suelo (nitratos) en el momento de la siembra y en los primeros 20 cm de suelo. Los resultados indican que en la campaña 2001-02 el cultivo continuo de cebada tenía la misma cantidad de nitratos que aquellas parcelas que el año anterior habían tenido veza, lo que se tradujo que las producciones no presentarían diferencias significativas. La razón fueron las lluvias de verano que permitió la mineralización de la paja del cereal.

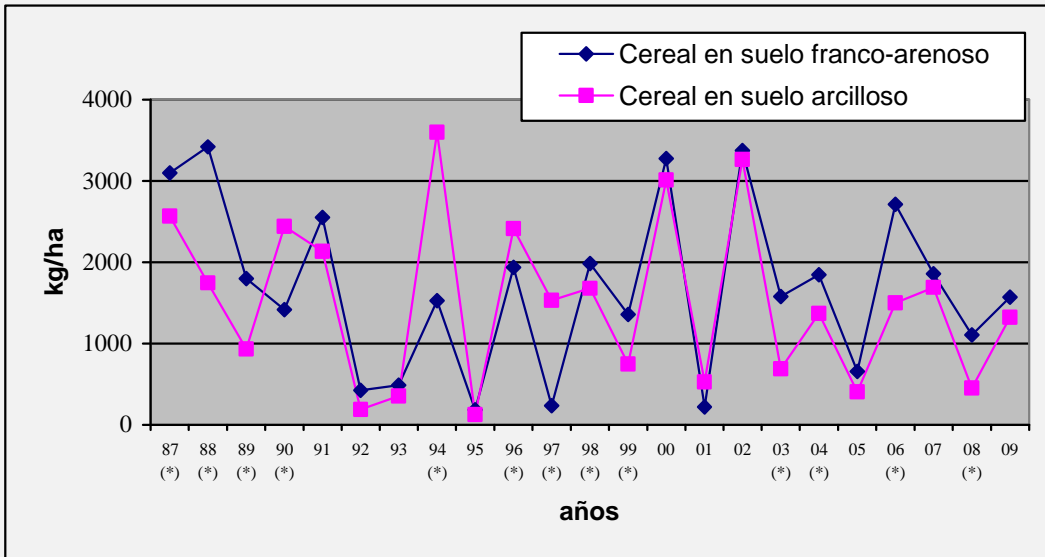
CUADRO 3 Los suelos interpretan la meteorología anual, pero el clima determina la productividad media



Suelo arcilloso, gran capacidad de retención de agua, pero en cambio es propenso a las pérdidas de agua por evaporación en los periodos de lluvias frecuentes debido a su baja permeabilidad y gran capacidad de retención que hace que el agua se mantenga en los primeros 5 cm del suelo durante más tiempo. Este suelo es rico en nutrientes y en biomasa microbiana, pero la falta de macroporos hace que este mal aireado, lo que disminuye la tasa de reciclado de nutrientes. Tiene una estructura estable, no afectada de forma importante por las labores; los ciclos de humectación-deseccación hacen que en el primer caso el suelo se expanda y en el segundo se contraiga, de tal manera que el material que hay en superficie es arrastrado a profundidad con las primeras lluvias. El tiempo de laboreo es muy corto por la plasticidad de la arcilla. Los agregados superficiales son grandes y no adecuados para una buena cama de siembra. Son duros cuando les falta humedad y con inviernos secos poco productivos.



Suelo franco arenoso, capacidad intermedia de retención de agua, formación de costra, infiltración media, fácil disgregación para crear una buena cama de siembra, buena proporción de macroporos y microporos por tanto adecuada mineralización de la materia orgánica; sin estructura superficial (estructura masiva) muy duro en seco: hay que tener cuidado con las labores de volteo que introducen mucho aire al sistema y favorece la degradación



Más de la mitad de los **23 años** se dan diferencias significativas en la producción de cebada por efecto del tipo de suelo, poniendo de manifiesto cómo los suelos interpretan las condiciones ambientales de forma distinta, produciendo respuestas diferentes en los cultivos. Esto no quiere decir que un suelo sea más productivo que el otro, ya que las medias son prácticamente iguales, pero las producciones por año pueden ser el doble en un suelo con respecto a otro. (*) indican diferencias significativas.

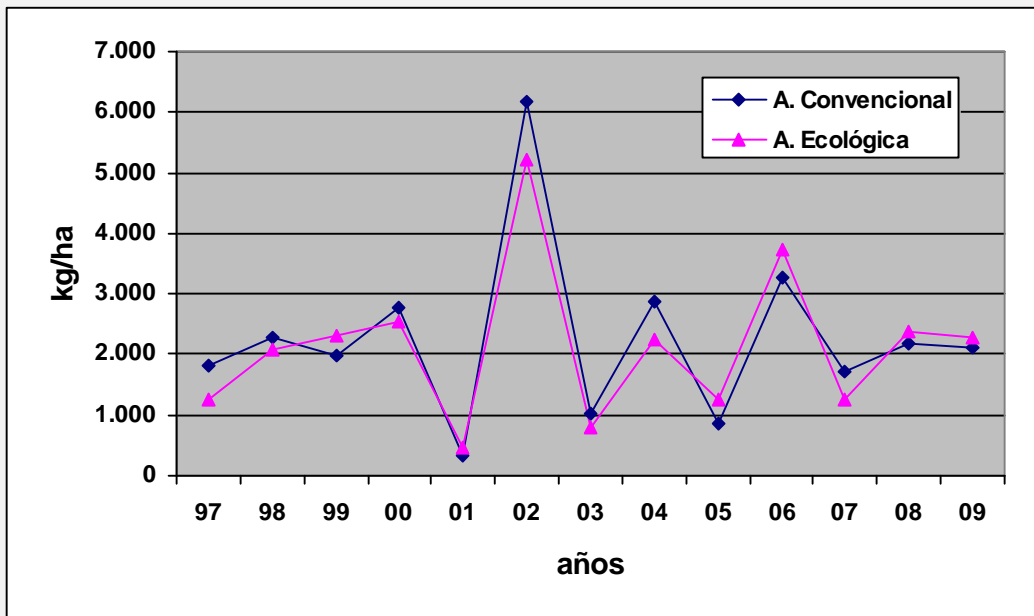
CUADRO 4. Evolución de los rendimientos de cereal en Agricultura Convencional y en Agricultura Ecológica a lo largo de 13 años

Resultados Finca Experimental “La Higuera”

Condiciones experimentales: Rotación: Veza enterrada-trigo-barbecho-cebada. Todos los años se siembran un cereal y una hoja no cereal en dos bloques con cuatro repeticiones para cada variable. Suelo franco-arenoso. En la Agricultura convencional, la formula fertilizantes es: 70-45-45 al cereal, más la paja del cereal, la biomasa y el nitrógeno fijado de la veza. El control de hierbas se realiza con herbicidas. En Agricultura Ecológica la fertilización es la paja del cereal, la biomasa y el nitrógeno fijado de la veza. Para el control de hierbas se utiliza solo el efecto de la rotación. El laboreo se realiza con cultivadores.

Resultados:

- No hay diferencia en que el cereal siga a un barbecho o al cultivo de veza enterrada.
- No hay diferencia por fertilizar o no. La diferencia en los valores medios de rendimiento de los 13 años es de un 5% más cuando se fertiliza químicamente. Aumento que no compensa los costes de la fertilización.
- Las variaciones entre años se deben a factores meteorológicos. El rendimiento del año 2002 fue debido a las precipitaciones del verano anterior que mineralizo más materia orgánica que el resto de los años.



El oxígeno, humedad y temperatura, son los factores que determinan el proceso de descomposición de la paja en el suelo. El estiércol es el carbono pasado por el aparato digestivo de un animal. La paja es el carbono que pasará por el aparato digestivo de los microorganismos del suelo. El final es el mismo, incluso con la paja la energía se queda en el sistema.

2.- APLICACIÓN DE FERTILIZANTE

a) ¿Sería necesario modificar las fechas y el calendario tradicional de abonado que se viene siguiendo de sembrera en otoño y cobertera en invierno, teniendo en cuenta los nuevos tipos de fertilizantes que existen y las bajas expectativas de producción de determinadas zonas?

Supongo que me pregunta por los fertilizantes con inhibidores de la actividad biológica del suelo para evitar que los microorganismos del suelo compitan con las plantas por los recursos minerales y principalmente el nitrógeno y de esta manera disminuimos la mineralización de la materia orgánica e incluso se puede evitar lavados de nitratos.

Esto sería tirarnos piedras sobre nuestro propio tejado, ya que perderíamos la ventaja de nuestros ambientes para reciclar, y además existe el riesgo del efecto rebote. En el suelo viven millones de organismos con diferentes funciones, están los que se encargan de retirar a los cadáveres, otros que hacen pequeño lo grande, están los parásitos, los vegetarianos, los carnívoros, los que pasan una temporada por allí, y los que residen de forma permanente, entre ellos hay unos insignificantes microorganismos que se encargan de suministrar el nitrógeno comestible al sistema, su papel es fundamental ya que después del carbono, agua y oxígeno la siguiente sustancia en orden de importancia para la vida es el nitrógeno y si este falta, la vida se deprime, como habrán podido comprobar los agricultores cuando falta nitrógeno para sus cultivos. Bien pues los nuevos fertilizantes actúan sobre estos organismos disminuyendo su capacidad y evitando además que el nitrógeno que aportamos pueda ser utilizado por la vida del suelo, de esta forma se obtiene una mayor eficiencia del nitrógeno aplicado, más kilos de biomasa de cultivo por kilo de nitrógeno empleado. ¿Pero que hemos aprendido en los últimos años? Que cuando introducimos una nueva molécula química en el sistema para conseguir una ventaja al poco tiempo la naturaleza responde anulando la ventaja y generando un problema mayor, ejemplos lo tenemos con la mayoría de los productos fitosanitarios, intentamos controlar una plaga o una mala hierba y conseguimos un insecto o hierba más fuerte y difícil de controlar y esto pasa con organismos pluricelulares que su capacidad de mutación es relativamente pequeña, imagínense que ocurrirá con organismos unicelulares. Las nuevas moléculas que se están introduciendo en el suelo actúan, no sobre un organismo, si no sobre el ciclo del nitrógeno, esencial para la vida del suelo, las consecuencias son imprevisibles y las ventajas para nuestro secano dudosas.

La agricultura de climas mediterráneos es un sistema muy complejo y se adapta mal a protocolos globales, el agricultor debe asumir el protagonismo, él es el que conoce sus tierras, sus condiciones meteorológicas, las labores realizadas, los cultivos, etc. y con esa información y el conocimiento de cómo funciona la vida y sus ciclos, es el que mejor podrá diseñar cada año y en cada parcela lo que debe hacer. Como norma general si hay que fertilizar, que los costes sean inferiores a los beneficios.

b) ¿En general, se están empleando los fertilizantes químicos más adecuados para la rentabilidad del cultivo o son quizás demasiado tecnificados para el resultado que se puede conseguir?

Creo que está contestado.

c) ¿Los agricultores suelen tener la suficiente información a la hora de escoger las máquinas abonadoras más adecuadas para cada tipo de explotación? ¿El mantenimiento que se suele hacer después es el adecuado? ¿Qué consecuencias pueden tener estas dos variables en la eficiencia y la rentabilidad del abonado?

Quizás el agricultor necesite un reciclado sobre agricultura, pero no creo que sea necesario hacerlo sobre maquinaria, aunque nunca viene mal una puesta a punto. Pero es un contrasentido preocuparse por una buena distribución cuando no se sabe cual es la cantidad, ni el momento. Primero hay que ser agricultor.

3.- La rotación de cultivos como método agronómico para preservar la fertilidad del suelo, ¿Qué importancia tiene realmente y en qué medida hace disminuir la dependencia hacia los abonos químicos?

Las rotaciones no preservan la fertilidad del suelo, la gestionan, favoreciendo como hemos dicho anteriormente los procesos de reciclado y permitiendo una disminución e incluso una desaparición de la fertilización química. En algunas regiones como hemos comentado no son necesarias las rotaciones para gestionar la fertilidad porque tienen condiciones ambientales propicias para el reciclado de los residuos agrícolas, en este caso las rotaciones tendrían el valor de control de hierbas y enfermedades.

4.- Especificando si es posible con cifras, ¿Cuál es la diferencia entre la rotación y el monocultivo en una explotación cerealista de secano desde el punto de vista del gasto en fertilizantes químicos durante un periodo de tiempo determinado de 4 ó 5 años?

En algunas regiones el monocultivo no es viable económicamente y es independiente de la cantidad de fertilizante que se use. En diferentes estudios se considera que los fertilizantes suponen aproximadamente el 40% de los gastos y suponen un aumento de los rendimientos medios, en el mejor de los casos de un 25%. Ver cuadro 4. Como norma general se puede estimar que con rendimientos medios menores a 3.000 kg/ha el aumento de rendimiento producido por la fertilización no es capaz de asumir su coste, se termina haciendo una fertilización económica de compromiso y entonces al final tampoco se puede aprovechar los años en que la fertilización sería eficiente. En una meteorología tan variable los fertilizantes químicos son más un problema que una solución, terminando parte de ellos contaminando nuestras aguas continentales.

5.- La elección de no abonar con fertilizantes químicos o hacerlo solo en cobertera con un nitrogenado, ¿Es una estrategia que suele ser rentable económicamente? ¿Por qué y bajo qué condicionantes?

Aunque una de las causas de la estabilización de la producción de cereales a nivel mundial se achaca a que la demanda de fósforo ha aumentado y no se puede cubrir con la actual extracción, en el secano español el que determina la productividad es el agua acompañado de nitrógeno, por ello el agricultor, a pesar de que espere a la cobertera para hacer su fertilización nitrogenada, tiene que guiarse por su premonición ¿Será una primavera lluviosa o seca? Hasta ahora con un nitrógeno barato, no había problema, siempre se pensaba que la primavera iba a ser lluviosa. Las condiciones han cambiado tenemos un cereal al precio de hace 30 años y un fertilizante cada vez más caro y a todo esto hay que unirle el cambio climático que esta produciendo una mayor inestabilidad

en los rendimientos. El secano español no puede seguir produciendo con los mismos parámetros que los países húmedos, no puede seguir produciendo el mismo producto que la Europa del norte, porque la fertilización química en su caso es muy eficiente y se traduce en más kilos, resultando que su kilo de grano tiene un coste de producción que puede llegar a ser un 50% menor que el coste de producir nosotros el mismo grano. Tenemos que cambiar el modelo productivo si queremos seguir teniendo agricultura, la alternativa pasa por la calidad, y esta la da los controles de la Agricultura Ecológica. Nuestras condiciones ambientales son mejores que las suyas para desarrollarla de forma competitiva.

6.- ¿En qué medida se habría reducido la fertilidad de los suelos agrícolas por el monocultivo y el empleo masivo de fertilizantes químicos? ¿Es un proceso reversible o ya habría zonas con un empobrecimiento del suelo irreparable a medio plazo? ¿Qué zonas de España serían las más degradadas por el uso de abonos químicos?

La fertilidad de los suelos agrícolas no se ha reducido por el efecto del monocultivo o uso masivo de fertilizantes, estos son causantes de otros problemas ambientales como contaminación y pérdida de biodiversidad. Creo que el cuadro 5 aclara estos conceptos

7.- Desde el punto de vista de la rentabilidad en la fertilización, ¿Qué diferencias puede haber entre la siembra directa y el laboreo tradicional?

En la siembra directa, el factor textura del suelo es muy importante, ya que será responsable del mayor o menor reciclado. En los suelos más ligeros la siembra directa suele ser un 4% más productivo, en los valores medios de 28 años de experimentación en la Finca La Higuera, pero en el suelo arcilloso ocurre lo contrario la vertedera tiene una rentabilidad de un 15% más en los valores medios. Pero si se analiza el suelo las parcelas de siembra directa en el suelo arcilloso tiene más materia orgánica, nitrógeno y fósforo que las parcelas trabajadas con vertedera. No es un problema de tener muchos nutrientes sino que estos puedan ser utilizados por las plantas, para ello se necesita una cierta cantidad de aire en el suelo que favorezca la vida de los microorganismos edáficos para que estos recursos puedan ser utilizados. Una técnica es para utilizarla, pero no se puede convertir en un modelo global.

8.- En su opinión, ¿Cuál es la estrategia de fertilización más adecuada a seguir en la agricultura ecológica? ¿El empleo de residuos orgánicos procedentes del entorno más inmediato es la práctica más generalizada?

Ya he comentado que la Agricultura Ecológica es la mejor alternativa para nuestros secanos, porque se adapta a nuestras condiciones ambientales, es la que menos impacto ambiental produce, el precio del producto tiene un plus por calidad, etc. Creo que unas imágenes pueden aclarar más el modelo productivo que se propone (ver cuadro 6).

CUADRO 5. Problemas ambientales más importantes de los ambientes mediterráneos	
	<p>Erosión: En el secano mediterráneo se da una combinación muy particular de características físicas y ambientales, que hacen que los procesos erosivos presenten una dinámica muy contrastada respecto a otras zonas agroambientales propias de climas templados y húmedos.</p>
	<p>Disminución de carbono en el suelo: La gestión agrícola en estos ambientes se supedita fundamentalmente a la gestión del agua edáfica, lo que provoca un aumento del laboreo con la consiguiente entrada de aire al edafosistema y la mineralización rápida de la materia orgánica.</p>
	<p>Eutrofización y contaminación de las aguas: La concentración de las lluvias (60%) en el periodo frío, cuando la actividad biológica es baja, genera lavado principalmente de nitratos bien procedente de la mineralización de la materia orgánica o de los agroquímicos empleados.</p>
	<p>Disminución de la biodiversidad: El proceso de especialización agraria ha generado grandes zonas de monocultivo, donde la regulación de los organismos que habitan en el sistema queda totalmente en manos del hombre aumentando los problemas de plagas y enfermedades.</p>
<p>La carencia de restricciones en el uso de los recursos naturales ha generado una degradación generalizada de los ecosistemas semiáridos del planeta, incrementando el proceso de desertificación, que conduce a la reducción de la productividad biológica con la consiguiente reducción de la biomasa vegetal y de los rendimientos de los cultivos. Este proceso se está incrementando con el cambio climático.</p>	

CUADRO 6. Desarrollo de un modelo de Agricultura Sostenible en la Finca “La Higuera”



Siembra siguiendo las curvas a nivel, con ruptura de pendiente.



Rotación de cultivos, donde se intercalan cultivos con diferentes ciclos biológicos.



Setos de arbustos monoespecíficos por línea de ruptura, para fijar el suelo.



Seto perimetral poliespecífico, para favorecer la autorregulación.



Manejo ecológico, donde se deja la mitad del carbono fijado y no se emplea ningún aporte exógeno



El modelo favorece la biodiversidad, controla erosión, disminuye la contaminación por nitratos, mantiene los niveles de carbono en el suelo y es económica y energéticamente viable.

9.- Ante la constante evolución de la industria de los fertilizantes y los nuevos productos que salen al mercado, ¿Es necesaria una mayor formación en materia de fertilizantes o ya existe un nivel adecuado a la tecnología que incorporan los abonos químicos hoy en día?

Siento insistir, pero para nuestra agricultura lo que necesitamos son agricultores comprometidos, que tomen decisiones con conocimiento de causa, preguntándose cual es el objetivo de cada intervención y si se duda, que pregunte a otros. En agricultura, en el momento que ya lo sabes todo, demuestras tu ignorancia.

Hay tecnología para la mejora de la productividad en zonas húmedas o de regadío (biotecnología, inhibidores de la nitrificación, agricultura de satélite, nuevas moléculas para el control de plagas, enfermedades y malas hierbas, etc.), pero que cuando se emplean en el secano lo que conseguimos es un aumento de los costes y no un aumento de la rentabilidad. No se puede olvidar nuestras condiciones ambientales y estas son las que determinan nuestras posibilidades.

10.- ¿Los agricultores más jóvenes ponen en práctica nuevas estrategias acordes a la tecnología actual o por el contrario siguen copiando las rutinas de trabajo de los más veteranos en materia de fertilización?

La actividad agraria tiene un componente tradicional muy fuerte, está dentro de nuestra historia genética, por eso la relación con la tierra es fundamentalmente emocional, a pesar de toda la tecnología incorporada. Para los agricultores la tierra es parte de su vida, no es un medio de producción, como puede ser el tractor, este sentimiento y su cuidado es el que se trasmite a los hijos. Las rutinas forman parte del acervo cultural y están basados en conocimientos empíricos elaborados a lo largo siglos, en los últimos años el conocimiento científico ha trastocado algunos principios y ha introducido mucha incertidumbre, todo ello ha generado confusión. Recordemos que hasta mediados del siglo XX, la agricultura que se hacía era muy parecida a la que se realizaba en época de los romanos y en estos últimos 50 años hemos pasado de la tracción animal a la agricultura por satélite. Una sola generación ha realizado este cambio, es inevitable que estemos desorientados, lo que vale hoy, el conocimiento de mañana los invalida, hay excesiva información y poca sabiduría. Por eso insisto que es el agricultor el que debe ser consciente de su saber y abandonar el tutelaje de la técnica, las técnicas son herramientas que se emplean para objetivos concretos, el agricultor debe saber cual es la razón de cada actuación y cuales son los posibles efectos secundarios, los sistemas complejos como la agricultura, no tienen una sola solución y lo que vale en un momento, no sirve en otro. La Agricultura es creatividad, esto es lo que deben aprender los jóvenes agricultores.

11.- ¿Cuáles son los cultivos alternativos al trigo y la cebada en secano que a priori pueden contribuir a mejorar la fertilidad del suelo y la rentabilidad de las explotaciones sin tener que aumentar por ello el gasto en abonos químicos?

La base de la fertilidad es el carbono, sin él no hay vida, por tanto el principio debe ser mantener un balance positivo. La paja de los cereales puede ser el sustento de la fertilidad de nuestros suelos. El índice de cosecha de los cereales en nuestros secanos esta alrededor de 0,45, esto quiere decir que más de la mitad de la producción del sistema lo dejaríamos al sistema. Ahora el agricultor con su actuación creativa debería

gestionar esta energía, manejando el suelo con rotaciones que permitan coincidencias entre humedad, temperatura y aireación, mediar en la competencia entre organismos del suelo y las plantas, introducción de leguminosas para fijación de nitrógeno atmosférico, utilizar en las rotaciones plantas con diferentes sistemas radiculares, que exploren diferentes espacios. Como principio general, en la secuencia de los cultivos de una rotación hay que considerar que no haya coincidencia en el ciclo, si la fecha de siembra y recolección coinciden tendremos problemas de hierbas adaptadas a ese ciclo, y posiblemente problemas de reciclado de nutrientes. Pero sobre todo tener muy claro que la fertilidad se maneja por parcela y considerando las condiciones meteorológicas.