

# PLA PER A LA FERTILITZACIÓ NITROGENADA A LA GARROTXA

**BERNAT PERRAMON I RAMOS;<sup>1</sup> XEVI PUJOL I PLANELLA;<sup>2</sup>**

**FRANCESC DOMINGO OLIVÉ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> PARC NATURAL DE LA ZONA VOLCÀNICA DE LA GARROTXA

<sup>2</sup> CONSORCI SIGMA

<sup>3</sup> MAS BADIA, INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTÀRIES  
*francesc.domingo@irta.cat*

## Resum

El Pla per a la Fertilització Nitrogenada a la Garrotxa ofereix un servei d'assessorament en fertilització nitrogenada dirigit als agricultors de la comarca, amb l'objectiu que es faci una fertilització correcta que impliqui un estalvi de nitrogen (N), mantingui els rendiments i la qualitat dels productes, i minimitzi les pèrdues d'aquest nutrient cap al medi amb la millora conseqüent de la situació de contaminació per nitrats de les d'aigües.

Una correcta fertilització nitrogenada en cultius extensius ha de permetre l'obtenció de bons rendiments amb un mínim efecte sobre el medi. Per això es fa necessària la realització d'una fertilització basada en criteris agronòmics, és a dir, ajustada a les necessitats dels cultius i aplicada de la manera i als moments més adequats.

Les recomanacions sobre la quantitat, la manera i el moment d'aplicar N es fan basant-se en el mètode del balanç de N i es complementen amb altres eines de suport, com ara el seguiment en vegetació de l'estat nutricional del cultiu mitjançant sensors òptics.

## 1. Introducció

La Garrotxa és una comarca situada al nord de la província de Girona, amb una superfície de 735,4 km<sup>2</sup> i una població de 52.834 habitants (*Base de dades de municipis i comarques* [en línia]). A la comarca hi ha dos espais naturals protegits, el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa i el PEIN de l'Alta Garrotxa.

L'agricultura i la ramaderia ocupen el 3,7 % de la població activa de la comarca de la Garrotxa. La superfície agrària és de 7.593 ha de terres llaurades i 6.369 ha de pastures permanents, mentre que la superfície forestal és de 58.145 ha (Burriel *et al.*, 2001).

De les 7.593 ha llaurades, un 83,5 % són de secà, mentre que la resta, un 16,5 %, són de regadiu. Un 99,7 % de les terres llaurades són de conreus extensius, principalment cereals d'hivern (blat, ordi, civada, segle, triticle, etc.), raigràs, blat de moro i sorgo.

La situació geogràfica i l'orografia peculiar de la zona fa que es donin diferents microclimes dins de la mateixa comarca. En general, a les zones amb més activitat agrícola el clima predominant és mediterrani humit, amb unes precipitacions anuals mitjanes properes als 1.000 mm, força ben distribuïdes, sense estius secs. La disposició de les valls propicia una inversió tèrmica, que provoca una distribució capgirada de la vegetació. La temperatura mitjana anual és de 12,4 °C als fons de valls, i el període vegetatiu dura entre vuit i nou mesos. Aquesta situació climàtica permet obtenir rendiments productius elevats sense la utilització d'aigua de reg.

La Garrotxa és una comarca amb una elevada activitat ramadera, en què predomina el bestiar boví, porcí i avícola, tot i que també hi ha altres tipus de bestiar, com l'oví, el cabrum, el cunicula i l'equí.

El tipus d'explotació predominant és de dimensió petita (el 59 % de les explotacions tenen una SAU inferior a 10 ha) i d'estructura familiar amb combinació de sistemes producció intensius (porcí, aviram, vaquí de llet) i extensius (boví d'engreix, oví, cabrum), i en la majoria de casos amb un bon lligam entre l'agricultura i la ramaderia, en què l'agricultura aporta menjar per a la ramaderia, i les dejeccions dels animals s'utilitzen en l'agricultura per a la fertilització. Producte d'aquest vincle entre la ramaderia i l'agricultura són comuns els aprofitaments farratgers dels cultius amb destinació a l'alimentació animal. La pràctica d'aquests aprofitaments, en què s'escurça el període del cultiu, combinat amb la utilització de varietats de cultius de cicles curts, permet implantar un sistema de producció de dos cultius anuals, habitualment cereal d'hivern o raigràs com a cultiu d'hivern i blat de moro o sorgo com a cultiu d'estiu.

D'altra banda, a la comarca de la Garrotxa hi ha una problemàtica de contaminació per nitrats de les aigües. En el Decret 283/1998, de 21 d'octubre, es van designar les primeres zones vulnerables de l'àmbit territorial de Catalunya en aplicació del que disposava la Directiva 91/976/CEE, de 12 de desembre, relativa a la protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats utilitzats en l'agricultura. I en el Decret 476/2004, de 28 de desembre, es designen noves zones vulnerables amb relació a la contaminació per

nitrats procedents de fonts agràries. En aquest darrer es designa part de la comarca de la Garrotxa com zona vulnerable per la contaminació de nitrats, concretament dins de la zona 7, que inclou els municipis d'Olot, Les Preses, Sant Joan les Fonts, Santa Pau, la Vall d'en Vas i la Vall de Bianya (només l'enclavament situat a Sant Joan les Fonts) (Legislació sobre designació de zones vulnerables [en línia]).

Fruit d'aquesta problemàtica i de l'interès dels agricultors de la zona per a dur a terme una fertilització correcta es crea el Pla per a la Fertilització Nitrogenada a la Garrotxa (PfnG), que el porten a terme el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, el Consorci SIGMA, l'IRTA-Mas Badia, el DAR i GESFER.

Els objectius del PfnG són:

- Optimitzar l'ús del nitrogen (N) emprat a l'agricultura
- Mantenir una alta productivitat i qualitat dels productes
- Minimitzar els efectes negatius per al medi ambient.

## **2. Plantejament del Pla per a la Fertilització Nitrogenada a la Garrotxa (PfnG)**

El PfnG està basat en tres eixos: l'assessorament en fertilització a agricultors, la realització d'activitats experimentals i caracterització del sistema, i la transferència d'informació cap als agricultors.

### **2.1. Assessorament**

L'eix principal del PfnG és l'oferir un servei d'assessorament sobre la fertilització nitrogenada als agricultors de la comarca que comporti la realització d'una fertilització basada en criteris agronòmics, és a dir, ajustada a les necessitats dels cultius i aplicada de la manera i en els moments més adequats, que eviti les pràctiques rutinàries i poc raonades i que s'adapti a les condicions diverses que es produeixen cada any i a les diferents etapes de desenvolupament del cultiu.

L'assessorament es fa de manera directa i individualitzada a l'agricultor a través d'una parcel·la representativa (segons cultius, sòls, orografia, etc.) de la seva explotació, per tal que els resultats extrets en aquesta parcel·la siguin extrapolables a la resta de parcel·les de l'explotació.

### **2.2. Activitats experimentals i caracterització del sistema**

L'experimentació és la base per a obtenir la informació que es transmet als agricultors, i està conformada per seguiment de parcel·les, realització d'assaigs i caracterització de materials orgànics ramaders.

Mitjançant l'experimentació s'obté un coneixement pràctic de les característiques del sistema, que permet conèixer amb més precisió els processos que intervenen en la fertilització nitrogenada (N aplicat, mineralització de la matèria orgànica, pèrdues de N i extrac-

cions de N del cultiu) i que són regulats pels condicionants de la zona (sòls, clima, cultius, ramaderia, etc.).

Aquesta informació permet fer un assessorament ajustat i valorar l'ús de materials orgànics, i fer-ne un maneig acurat amb un bon aprofitament dels nutrients.

### **2.2.1. Seguiment de parcel·les**

Es fa un seguiment de la fertilització nitrogenada en parcel·les d'agricultors assessorats a través del PfnG, situades a les zones de més activitat agrícola de la comarca i representatives del seu entorn (resultats obtinguts extrapolables a altres parcel·les) i dels cultius, els aprofitaments i les rotacions habituals de la zona.

El seguiment consisteix a determinar diferents paràmetres al llarg del cicle de cultiu que permetin fer una avaluació de la fertilització nitrogenada. Concretament, a les parcel·les seleccionades es fa una caracterització del sòl mitjançant una analítica de sòl, es fa un seguiment del N mineral del sòl en diferents moments del cultiu, es determinen produccions i es determinen extraccions de N del cultiu a través de les produccions i d'analítiques de material vegetal. Habitualment a cada parcel·la es plantegen dues estratègies de fertilització, que solen diferir en la dosi de materials orgànics aplicats en fons abans de la sembra.

Així doncs, es fa un seguiment exhaustiu de la fertilització per a avaluar-ne la incidència i mostrar quines són les estratègies més adequades per als cultius i pels condicionants de la zona (sòl, clima, disponibilitat de materials orgànics, etc.).

### **2.2.2. Realització d'assaigs**

Es plantegen assaigs anuals (un únic cultiu) en els cultius més habituals de la zona, en què s'avaluen diferents estratègies de fertilització (habitualment diferents dosis de N mineral de cobertora). L'avaluació es fa a través de la determinació de diferents paràmetres de cultiu (N mineral del sòl, extraccions de N del cultiu, produccions). Es preveu plantejar també assaigs de més llarga durada (diversos anys), en què es consideri una rotació de dos cultius anuals per a aprofitament farratger i en què s'avaluin alhora diferents aplicacions de N, en fons principalment a través de materials orgànics i en cobertora principalment a través d'adobs minerals.

També s'ha plantejat un assaig per a determinar la mineralització de la matèria orgànica del sòl i dels materials orgànics aplicats. Es fa a través del seguiment de la dinàmica de N mineral en el sòl associat a paràmetres de temperatura i humitat del sòl.

### **2.2.3. Caracterització de materials orgànics ramaders**

Paral·lelament al treball a parcel·les i assaigs, es fa una caracterització dels materials orgànics ramaders més utilitzats a la comarca (fems de boví i purins de boví i porcí), a través d'analítiques de materials orgànics de diferents explotacions, en què es determinen continguts de N total, orgànic i mineral, entre altres paràmetres. L'elevada variabilitat del con-

tingut en nutrients dels materials orgànics fa necessari caracteritzar-ho per a la realització d'una fertilització ajustada a les necessitats dels cultius.

També es treballa en l'adaptació de mètodes pràctics per a estimar les característiques dels materials orgànics ramaders, principalment en la lectura de la conductivitat elèctrica del purí com a mètode emprat per a estimar el contingut de nutrients dels purins.

### **2.3. Transferència d'informació**

La transferència d'informació als agricultors es fa principalment a través de les recomanacions individualitzades de fertilització. Aquest assessorament es complementa amb unes recomanacions genèriques de fertilització que es realitzen a través de circulars informatives que s'envien periòdicament en els moments habituals d'aplicació de N (abans de la sembra i a la sortida d'hivern). En aquestes circulars també s'inclou informació d'interès general relacionada amb la fertilització, tant si s'ha obtingut a través de l'experimentació com si prové d'altres fonts.

Una altra manera de transmissió d'informació i de mostrar *in situ* els treballs realitzats és a través de jornades de fertilització, que consisteixen en la visita a parcel·les d'assaig i de seguiment, on s'exposen resultats i metodologies de treball. En el marc del PfnG es fan de tres a quatre jornades de fertilització a l'any.

## **3. Metodologia de recomanacions**

Les recomanacions sobre la quantitat, la manera i el moment d'aplicar N es fan basant-se en el mètode del balanç de N i es complementen amb altres eines de suport; com ara el seguiment en vegetació de l'estat nutricional del cultiu mitjançant sensors òptics.

### **3.1. Balanç de N**

El balanç de N consisteix a comptabilitzar, per un període determinat, les entrades i les sortides de N mineral al sòl (Sió *et al.*, 2002). Com a entrades hi ha el N aportat amb l'adob (provinent d'adob mineral i de materials orgànics), el N mineralitzat de la matèria orgànica (del sòl i dels materials orgànics), el N aportat amb l'aigua de reg i el N provinent de lleguminoses i prats. Mentre que com a sortides hi ha el N extret per al cultiu i les pèrdues de N que es produeixen de manera natural (rentat, volatilització i desnitrificació).

El balanç de N es fa de dues maneres diferents, del període anterior, utilitzant dades reals i del període posterior, amb dades estimades. El balanç de N del període anterior dóna una orientació del N disponible en un moment determinat (abans de la sembra o a la sortida d'hivern), el que és en part substituïble per una analítica de sòl. Mentre que el balanç de N del període posterior indica si hi ha necessitat d'aplicar N i, en cas afirmatiu, indica quines són les quantitats adequades de N a aplicar amb la fertilització.

El balanç de N es planteja en els moments en què habitualment s'aplica N al cultiu (en fons abans de la sembra i en cobertura a la sortida d'hivern), per a estimar el N mineral de

què disposarà el cultiu per un període determinat (balanç de N del període anterior), i en funció d'aquest, de les necessitats de N del cultiu implantat i de l'estimació dels processos que afecten el N mineral del sòl (mineralització de la matèria orgànica i pèrdues de N), s'estimen les quantitats de N a aplicar i les maneres i els moments més adequats per a fer-ho (balanç de N del període posterior).

### **3.2. Seguiment en vegetació de l'estat nutricional del cultiu mitjançant sensors òptics**

Per a complementar els balanços de N en l'adobat de cobertora s'utilitzen els sensors òptics, els quals són molt útils per a les situacions en què el balanç de N indica una situació ajustada entre el N disponible i les necessitats del cultiu.

La falta de color de la fulla pot ser deguda a diferents causes: falta d'aigua, malalties i plagues, fitotoxicitats i també a la manca de N. Si es pot considerar que el cultiu es troba en bon estat sanitari i no hi ha manca d'aigua i nutrients al sòl, es pot relacionar el color de la fulla amb l'estat nutricional del cultiu en N. L'objectiu d'aquest mètode és obtenir una eina d'ajuda en la presa de decisió d'aplicar N en cobertora.

Els sensors òptics mesuren el reflex o la transmissió de la llum a diferents longituds d'ona per part del cultiu. En concret els sensors que s'utilitzen mesuren la reflectància o la transmitància de la fulla a dues longituds d'ona (650 i 940 nm). Aquestes mesures estan relacionades amb el contingut en clorofil·la, que és la que dóna el color verd a la fulla.

La metodologia de funcionament consisteix a comparar els resultats de les lectures del sensor òptic de la parcel·la objecte d'estudi amb una parcel·la o zona sobrefertilitzada. Valors de la parcel·la objecte d'estudi i de la parcel·la o zona sobrefertilitzada similars indiquen un estat nutricional del cultiu adequat i per tant no és necessari aplicar N, mentre que valors de la parcel·la objecte d'estudi inferiors al 95 % dels valors de la parcel·la o zona sobrefertilitzada indiquen una nutrició nitrogenada deficient i es recomana aplicar N.

### **4. Seguiment de la qualitat de les aigües**

Des de l'any 1994, en l'àmbit del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, s'ha dut a terme un treball de diagnòstic i seguiment de la qualitat de les aigües subterrànies. Enguany aquest estudi se segueix desenvolupant amb una cobertura de tota la comarca.

A partir del 2007 en el marc del PfnG també s'ha iniciat el seguiment de la qualitat de les aigües a dues conques tancades de la comarca, en què s'avaluen tant les aigües subterrànies com les superficials, a través de la determinació del contingut de nitrats, amonis i nitrats de les aigües de diferents punts de les conques i en diferents moments, que estan designats segons les pràctiques agràries, per tal de poder avaluar la incidència de la fertilització sobre la qualitat de les aigües.

Aquests treballs han de servir per a poder valorar a mitjà i llarg termini l'efecte del PfnG sobre la qualitat de les aigües.

## Bibliografia

*Base de dades de municipis i comarques* [en línia], Institut d'Estadística de Catalunya, <<http://www.idescat.net>> [Consulta: 12 juny 2007].

BURRIEL, J. A.; IBÁÑEZ, J. J.; MATA, T.; VAYREDA J. (2001), *Inventari ecològic i forestal de Catalunya*, Bellaterra, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals.

*Legislació sobre designació de zones vulnerables* [en línia], Generalitat de Catalunya, Departament d'Agri-

cultura, Alimentació i Acció Rural, <<http://www.gen-cat.net/darp>> [Consulta: 12 juny 2007].

SIÓ, J.; SERRA, J.; LÓPEZ, A.; BOIXADERA, J.; TEIXIDOR, N. (2002), *Gestió de l'adobat nitrogenat en el conreu dels cereals d'hivern*, Barcelona, Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural.