

FERTILITZACIÓ NITROGENADA DE CULTIUS HORTÍCOLES

RESUM

L'aplicació de dosis excessives de fertilitzants en els conreus pot ocasionar problemes greus de contaminació per nitrats a les aigües. Durant les campanyes de 2007 a 2010 es va desenvolupar a l'IRTA un assaig experimental amb diversos cultius hortícoles en rotació, com el pebrot verd, coliflor, bleda, enciam, albergínia, ceba tendra i altres varietats tradicionals com la mongeta del ganxet i tomàquet de penjar. Els resultats dels assaigs han permès confirmar que és possible ajustar les dosis de fertilitzants minerals sense obtenir disminucions en quantitat ni en qualitat de les collites obtingudes i reduint, per tant, el risc de lixiviació de nitrats a les aigües subterrànies. Per fer-ho, cal considerar totes les aportacions de nitrogen per diferents vies: nitrogen present al sòl i nitrogen aportat a través de la fertirrigació.

01. Introducció

L'aplicació de dosis excessives de fertilitzants en els conreus pot ocasionar problemes greus de contaminació per nitrats a les aigües. A Catalunya, arran del desplegament de la Directiva 91/676/CEE, de 12 de desembre, es van designar una sèrie de zones vulnerables a la contaminació de nitrats procedents de fonts agràries i es va publicar el Programa d'Actuació (actualment és el Decret 136/2009, d'1 de setembre).

Els conreus hortícoles requereixen gran quantitat d'inputs per a la seva producció degut a que es conreen de manera intensiva. Per això, la Direcció General d'Agricultura i Ramaderia del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM) va encarregar a l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) l'elaboració d'un assaig amb la finalitat d'optimitzar l'aplicació de nitrogen en diferents conreus hortícoles. Després d'uns anys d'experimentació, es presenta aquesta fitxa tècnica amb els principals resultats obtinguts durant 4 campanyes.

02. Dades bàsiques de l'assaig

L'assaig es va realitzar al terme municipal de Cabrils (Maresme) en un camp de 700 m² de l'IRTA, amb un sòl de textura franco-arenosa. La rotació hortícola avaluada es va escollir tenint en compte els cultius més habituals de la comarca (Taula 1). Es va iniciar l'any 2007 amb el pebrot verd i va finalitzar a inicis del 2011 amb l'enciam. No es va considerar cap tipus d'aplicació de fertilitzants orgànics, seguint amb les pràctiques habituals de la comarca.

Taula 1. Rotació de conreus hortícoles en la parcel·la

	G	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
2007						Pebrot			Coliflor			
2008		Bleda			Enciam	Mongeta del ganxet						
2009					Albergínia				Ceba tendra			
2010		Bleda			Tomàquet de penjar						Enciam	
2011	Enciam											

La programació del reg es va fer d'acord amb les dades climàtiques obtingudes de l'estació meteorològica de Cabrils (Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques de Catalunya). El sistema de reg emprat va ser el goter o microaspersió, depenent del cultiu. Les aplicacions de nutrients es van fer per fertirrigació. La instal·lació de sensors d'humitat (tensiòmetres Irrrometer®) va ser de gran utilitat per gestionar adequadament el reg dels cultius.

Els efectes positius de les rotacions estan ben documentats: milloren l'estructura del sòl, la disponibilitat de nutrients, l'activitat microbiana, ajuden al control de males herbes i malalties i tallen cicles d'insectes i nematodes.

Per determinar el contingut de nitrogen al sòl a l'inici i al final de cada cultiu es van fer mostrejos a diferents profunditats (0-30, 30-60 i 60-90 cm) (Figura 1). Es van considerar 30 cm de profunditat de sòl total pel cultiu d'enciam, 90 cm per mongeta i tomàquet i 60 cm per la resta de cultius. El contingut de nitrats es va determinar amb un reflectòmetre de camp (Nitrachek®), contrastant els resultats amb analítiques de laboratori.



Figura 1. Detall de mostreig de sòl. Foto: Pere Muñoz.

Els tractaments amb les diferents dosis de fertilitzant nitrogenat es van calcular considerant el nitrogen mineral del sòl previ a la sembra/plantació, així com el contingut de nitrogen a l'aigua de reg.

03. Resultats

A continuació es presenten els resultats obtinguts en cada conreu avaluat. Cal tenir present que les aportacions de nitrogen que s'indiquen a continuació contemplen totes

les aportacions de nitrogen, és a dir, el nitrogen present al sòl a l'inici de cada cultiu i l'aportació de fertilitzants a través de la fertirrigació.

03.01. Pebrot verd (campanya 2007)

El pebrot verd italià (cultivar Aneto[®]) es va plantar en data 19/6/2007 amb un marc de plantació de 0,4 x 0,7 m (35.700 pl·ha⁻¹) i un sistema de reg per goter (35 cm de separació entre goters). La collita es va iniciar en data 24/7/2007 i es va allargar fins el 13/9/2007 resultant unes 3 collites per setmana (Figura 2). Els resultats experimentals van confirmar la possibilitat d'obtenir produccions comercials de 40 t·ha⁻¹ amb aportacions de 220-230 kg N/ha.



Figura 2. Detall de conreu de pebrot verd. (Foto: Marta Seda).

03.02. Coliflor (campanya 2007)

Es va plantar coliflor verda (cultivar Trevi[®]) a primers d'octubre amb un marc de plantació de 0,6 x 0,8 m (20.833 pl·ha⁻¹), un sistema de reg per goter, un tub de reg per filera i una separació entre goters de 60 cm (Figura 3). La collita es va fer durant el mes de gener resultant un total de 5 collites. Amb aportacions de 150 kg N/ha es van obtenir produccions de 15,3 t·ha⁻¹, valor normal per a aquesta varietat.



Figura 3. Detall de conreu de coliflor. (Foto: Pere Muñoz).

03.03. Bleda (campanyes 2008 i 2010)

Es va plantar bleda (cultivar Delta[®]) en dues campanyes diferents, entre mitjans de febrer i principis de març, amb un marc de plantació de 0,3 x 0,4 m (83.333 pl·ha⁻¹) i un sistema de reg per goter o microaspersió depenent de l'any (Figura 4). La collita de bleda (de tipus *planta sencera*) es va iniciar el 29/4/2008 i el 31/5/2010, respectivament.

En la campanya del 2008, es van obtenir produccions comercials de 57 t/ha amb aportacions de 100 kg N/ha. En la campanya del 2010, es van obtenir produccions comercials inferiors a les anteriors, de 40 t/ha, amb aportacions de 140 kg N/ha. Atès que les produccions obtingudes van ser baixes en els dos casos, caldrà seguir

avaluant aquest cultiu per tal de verificar les necessitats de fertilització nitrogenada i les collites obtingudes.



Figura 4. Detall de conreu de bleda campanya 2010. (Foto: Marta Seda).

03.04. Enciam (campanyes 2008 i 2010)

En la campanya 2008 es va plantar enciam meravella (cultivar Sierra[®]) en cicle de primavera-estiu (amb data de plantació 28/5/2008) i en la campanya 2010 es va plantar el mateix tipus d'enciam en cicle d'hivern (amb data de plantació 8/11/2010). El marc de plantació va ser de 0,3 x 0,3 m (111.111 pl·ha⁻¹) en el primer cas i de 0,3 x 0,4 m (83.333 pl·ha⁻¹) en el segon. En els dos casos es va instal·lar un sistema de reg per goter amb un tub de reg per cada dues fileres i una separació entre goters de 30 cm (Figura 5).



Figura 5. Detall de conreu d'enciam. (Foto: Pere Muñoz).

La collita de l'enciam en cicle de primavera-estiu es va realitzar entre els dies 2 i 11/7/2008 i la collita de l'enciam en cicle d'hivern el dia 14/3/2011.

En el cas de l'enciam en cicle de primavera, els resultats d'aquest assaig van mostrar que amb aportacions de només uns 50 kg N/ha es podien obtenir produccions de fins 75 t·ha⁻¹. Aquestes, van ser superiors a les esperades, degut possiblement a la mineralització del nitrogen del sòl durant els mesos més calorosos.

En el cas de l'enciam en cicle d'hivern, els resultats d'aquest assaig van mostrar que amb aportacions de 60 kg N/ha es podien obtenir produccions de fins a 45 t·ha⁻¹, que es poden considerar habituals per la dosi de fertilització aportada.

03.05. Mongeta del ganxet (campanya 2008)

La mongeta del ganxet (cultivar Moncau[®]) es va plantar en data 17/7/2008 amb un marc de plantació de 0,3 x 1,4 m (23.809 pl·ha⁻¹), un sistema de reg per goter amb un tub de reg per cada dues fileres i una separació entre goters de 30 cm. Es va entutorar amb malla seguint amb

les pràctiques habituals de la comarca (Figura 6). La collita es va iniciar el dia 20/10/2008.



Figura 6. Detall de conreu de mongeta del ganxet. (Foto: Marta Seda).

Sense l'aportació de fertilitzants minerals a través de fertirrigació es van obtenir produccions comercials de $2,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, que es consideren habituals a la zona. No hi va haver resposta a la fertilització nitrogenada. Les dosis més elevades van donar lloc a un increment de la biomassa però les produccions van ser similars, la qual cosa indica una aportació innecessària de fertilitzant.

El contingut de nitrogen en el sòl previ a la plantació i l'activitat dels nòduls propis de les lleguminoses va proporcionar tot el nitrogen necessari per al desenvolupament del cultiu mongeta del ganxet.

03.06. Albergínia (campanya 2009)

Es va plantar albergínia (cultivar Cristal®) en data 15/5/2009 amb un marc de plantació de $0,8 \times 0,6 \text{ m}$ ($21.000 \text{ pl}\cdot\text{ha}^{-1}$). El reg va ser per degoteig amb una separació entre goters de 60 cm (Figura 7). La collita es va iniciar el dia 30/6/2009 i es va allargar fins el 22/9/2009, amb un total de 22 collites (2 per setmana).



Figura 7. Detall de conreu d'albergínia. (Foto: Pere Muñoz).

Amb aportacions de 280 kg N/ha es van obtenir produccions molt elevades, de fins a $140 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Caldrà però avaluar si una disminució de la fertilització aportada suposaria una reducció rellevant de la collita, ja que el límit legal establert pel Decret 136/2009 limita actualment les aportacions de fertilització mineral per l'albergínia en 210 kg N/ha .

03.07. Ceba tendra (campanya 2009)

La ceba tendra (cultivar Bigger F1) es va plantar en data 1/10/2009 amb un marc de plantació de $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$ ($250.000 \text{ pl}\cdot\text{ha}^{-1}$). Les eres de cultiu es van cobrir amb plàstic

negre microperforat com a sistema d'encoixinat i el sistema de reg va ser la microaspersió (Figura 8).



Figura 8. Detall de conreu de ceba tendra. (Foto: Marta Seda).

La collita es va realitzar en data 11/2/2010. Amb aportacions de 80 kg N/ha es van obtenir produccions de $62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Cal però seguir avaluant aquest cultiu ja que no es va arribar a produccions màximes i per tant es fa difícil fer cap recomanació.

03.08. Tomàquet de penjar (campanya 2010)

El tomàquet de penjar (cultivar F07421 de Fitó) es va plantar en data 10/6/2010 amb un marc de plantació de $0,9 \times 1,5 \text{ m}$ ($7.400 \text{ pl}\cdot\text{ha}^{-1}$). Es va instal·lar un sistema de reg per goteig amb un goter per planta i un sistema d'encoixinat microperforat de color negre (Figura 9). El cultiu no es va entutorar donat que la varietat avaluada estava classificada com a rastrera. La collita es va iniciar el dia 19/8/2010 i es va acabar el 29/9/2010, amb un total de 6 collites.



Figura 9. Detall de conreu de tomàquet de penjar. (Foto: Pere Muñoz).

El contingut de nitrogen del sòl previ a la plantació (70 kg N/ha) i la mineralització del mateix durant els mesos d'estiu (potenciada per l'efecte de l'encoixinat) van ser suficients per proporcionar una quantitat adequada de nutrients a aquest cultiu tradicional. Sense aportació de fertilitzants minerals a través de fertirrigació es van obtenir produccions comercials de $61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, valor que es considera elevat per aquest tipus de sistema productiu a la zona. Dosis més elevades van ocasionar augments de biomassa però produccions similars, la qual cosa indica una aportació innecessària de fertilitzant.

Taula 2. Resultats de l'assaig de fertilització: cultiu, nitrogen al sòl a l'inici del cultiu (kg N/ha), nitrogen aportat a través de fertirrigació (kg N/ha) i rendiment (t/ha). En negreta s'indiquen els tractaments fertilitzants òptims.

Cultiu	N total aportat* (kg N/ha)	N fertirrigació** (kg N/ha)	Producció comercial (t/ha)
Pebrot verd	205	25	32,9 b
	307	185	40,6 a
	415	285	41,5 a
	507	385	36,4 ab
Coliflor	60	7	5,4 c
	195	116	15,3 a
	277	164	14,4 b
	374	239	15,2 b
Bleda	54	11	0
	204	161	56,8 a
	276	198	36,3 b
	358	231	58,5 a
Enciam (cicle primavera)	43	5	65,4 b
	80	46	66,2 b
	105	59	67,4 b
	120	78	75,3 a
Mongeta del ganxet	82	9	2,34 a
	215	150	2,46 a
	269	175	2,29 a
	294	207	2,57 a
Albergínia	111	26	68,6 b
	303	202	141,3 a
	421	316	149,6 a
	541	464	151,3 a
Ceba tendra	20	10	26,5 c
	77	60	34,8 c
	102	87	48,7 b
	130	112	61,8 a
Bleda	68	8	0,0 c
	145	91	23,5 b
	168	112	24,9 b
	190	140	40,9 a
Tomàquet de penjar	72	4	60,7 a
	95	43	60,6 a
	151	57	65,5 a
	118	68	67,6 a
Enciam (cicle hivern)	32	2	16,8 b
	55	31	32,7 ab
	75	43	33,3 ab
	104	62	42,8 a

*Nitrogen total = N inicial + N aigua de reg + N fertilitzants

**Nitrogen fertirrigació = N aigua de reg + N fertilitzants

Nota 1: El Decret 136/2009 incideix sobre el N fertirrigació.

Nota 2: Només en el cas de la bleda la millor estratègia supera els llindars establerts pel Decret 136/2009. No obstant això, el N final al sòl oscil·lava entre 50 i 100 kg/ha, la qual cosa significa que l'aplicació de 100 kg N/ha hauria de ser suficient per a aquest conreu.

04. Conclusions

Es possible ajustar adequadament les dosis de fertilitzants minerals mantenint les collites obtingudes. Per fer-ho, cal tenir presents totes les aportacions de nitrogen per diferents vies: nitrogen present al sòl i nitrogen aportat a través de la fertirrigació. Cal preveure també que una part del nitrogen present al sòl es mineralitzarà i serà disponible al llarg dels cicles de cultiu, especialment durant els mesos més calorosos de l'any. La subestimació d'aquesta dada és un fet freqüent, però que cal considerar a l'hora de fer planificacions de la fertilització dels conreus.

El fet d'ajustar les dosis de fertilitzants als cultius suposa una disminució del contingut de nutrients al sòl i, per tant, una disminució del risc de lixiviació de nitrats cap a les aigües subterrànies. Aquest fet s'agreuja en sòls arenosos i amb baixa capacitat de retenció d'aigua característics de les comarques del Maresme.

A banda de la fertilització mineral, cal pensar en altres tipus de fertilitzants com els orgànics (fems compostats, pellets de matèria orgànica, composts de residus sòlids urbans,...) per tal de completar les necessitats de fertilització d'alguns conreus hortícoles més exigents, com poden ser el pebrot verd o l'albergínia o per cultius de cicles de tardor-hivern. La instal·lació d'encoixinats plàstics pot ajudar també a augmentar la producció i qualitat de les mineralització del nitrogen del sòl i una disminució de l'afectació per males herbes) i també la instal·lació de sensors d'humitat al sòl, com tensiòmetres, poden ajudar a fer una gestió més eficient de la fertirrigació.

05. Agraïments

Els autors volen agrair la col·laboració del Sr. José Montero la instal·lació del sistema de reg; a la Sra. Carmen Bellido i el Sr. Xavier Domènech els treballs de camp i el processament de les dades; a la Federació Selmar per l'assessorament en els cultius de varietats tradicionals.

Autors/es:

Pere Muñoz i Marta Seda, IRTA – Cabriels
A/e: pere.munoz@irta.cat, marta.seda@irta.cat

Carlos Ortiz, DAAM-Servei de
Producció Agrícola

A/e: carlos.ortiz@gencat.cat