

Associació de blat amb lleguminoses per a la millora de la proteïna del cereal ecològic**Núm. 22****RESUM**

El nitrogen (N) és dels factors que més limita la producció, en rendiment i qualitat, del cereal ecològic. Les lleguminoses tenen un paper fonamental en la construcció de la fertilitat de les rotacions de cultius ecològiques i la qualitat del sòl, degut a la seva capacitat de fixar biològicament el N de l'atmosfera. L'estudi ha tingut per objecte identificar formes de cultiu de blat amb lleguminoses per a incrementar la proteïna del cereal i millorar la fertilitat del sistema cerealístic en les condicions ambientals de clima mediterrani litoral i pre-litoral de Catalunya. En la campanya 2019-2020, s'han avaluat tres varietats de blat (Florence Aurora, Nogal i Valbona) associades amb lleguminoses (favó, pèsol i lletia) en cultiu mesclat o en línies en una parcel·la d'una explotació agro-ramadera ecològica al Pla de l'Estany, amb un sòl de textura franca-argila-llimosa. S'ha determinat la influència de la varietat de blat, de la lleguminosa i de la forma de cultiu de les associacions en la producció i qualitat del blat, la producció de lleguminosa i el N introduït a través de la fixació, així com l'efecte de fertilitat residual indicat pel N mineral al sòl en collita. S'ha observat que les associacions amb favó són les que més incrementen la proteïna del blat (0.5-1,8%) degut a la seva capacitat d'implantació dins les associacions i l'elevada fixació de N, estimada en 170 kg N ha⁻¹ a les condicions de l'assaig. Aquest N introduït s'ha vist també reflectit en una tendència a un contingut de N mineral al sòl més elevat deixat pel cultiu amb favó. La varietat Florence Aurora ha tingut una major capacitat de competir amb les males herbes i ha limitat més els efectes de les associacions. Pel contrari Valbona és la varietat que ha incrementat més la proteïna del gra, i ha permès una major producció de favó en detriment del cereal. Cal doncs una adequada gestió del cultiu del blat ecològic associat a lleguminosa, orientat als objectius de la producció, des de la tria de la varietat i la dosi de sembra de les fraccions de cada espècie al maneig postcollita que permeti reciclar el N del sòl pels següents cultius en la rotació. Això implica considerar els aprofitaments productius, el potencial impacte de les males herbes i l'adopció de pràctiques, com la introducció de cultius de cobertura, per retenir el N al sòl i evitar les pèrdues per llixiviació de nitrats o emissió a l'atmosfera.

01. Introducció

Per cultius, sense comptar pastures, prats i farratges, els cereals i lleguminoses de gra representaven, amb prop de 7.500 ha, gairebé una cinquena part de la superfície de cultiu ecològic a Catalunya al 2018. Aquesta superfície està en continu creixement i, en el darrer any s'ha incrementat en 11% addicional, superant les 8200 ha (CCPAE, 2019). Obtenir, però, una bona producció ecològica, en rendiment i qualitat, requereix d'estratègies de maneig més complexes que en cultius convencionals, en particular pel control de males herbes i la fertilització sense l'ús d'agroquímics. En el cas del blat ecològic el contingut de proteïna és una de les variables fonamentals més valorada per la indústria agroalimentària transformadora. La selecció del cultivar de blat, l'estratègia de fertilització i l'associació amb lleguminoses (farratge o gra) determinen l'obtenció d'un rendiment de gra satisfactori en quantitat i qualitat (David et al., 2012). Les lleguminoses són espècies amb capacitat de fixar nitrogen (N) atmosfèric a través de simbiosis constituïdes amb bacteris, generalment del gènere *Rhizobium*, en forma de nòduls a les arrels. Iannetta i col. (2016), estimen una aportació anual mitjana de N de 32-115 kg ha⁻¹ deguda a la fixació biològica de N en rotacions de cultius a diferents regions d'Europa. El reciclat d'aquest N serveix per sostenir i millorar la producció ecològica dels cereals.

Jensen i col. (2006) i Bedoussac (2009) han mostrat que el blat o l'ordi cultivat amb línies de lleguminoses milloren el seu contingut de proteïna del gra en relació als monocultius de cada espècie. Bedoussac i col. (2015) conclouen que les associacions amb lleguminoses són particularment interessants per millorar la disponibilitat de N però es requereix un coneixement específic a nivell local per a determinar quin és el maneig òptim d'aquests sistemes. Això requereix investigar per les diferents condicions climàtiques i ambientals, quines espècies de lleguminoses gra o farratge i quines formes d'associacions són les més adequades amb l'objectiu de millorar la producció del cereal. Aquest estudi està encaminat a obtenir informació de quin material vegetal (varietat de blat i espècies de lleguminoses) i formes d'associació són més interessants de cara a la millora de la producció de blat ecològic, orientada a farines de qualitat, i per la fertilitat del sistema de cultiu en zones del litoral i pre-litoral català.

02. Metodologia**02.01. Àrea d'estudi i disseny experimental**

L'estudi s'ha dut a terme en un camp de producció ecològica ubicat a Cornellà del Terri (Pla de l'Estany), zona caracteritzada per un clima mediterrani humit i temperat, seguint un cultiu de pèsol. Previ a la sembra es va realitzar un mostreig per caracteritzar la parcel·la. El sòl de la

parcel·la presenta una textura franco-argilo-arenosa, un pH de 7,7, un contingut de matèria orgànica de 3,44%, relació C/N de 9,5 i uns continguts elevats dels principals nutrients N-P-K en els primers 30 cm de profunditat. El promig de N mineral (nític, la forma predominant, més amoniacal), posterior a l'aplicació del purí, va ser de 195 kg N ha⁻¹ als primers 30 cm de sòl, amb una desviació estàndard de 29 kg N ha⁻¹ (n=12). Es va establir un assaig amb tres varietats de blat: Florence Aurora, varietat tradicional, molt apreciada per producció ecològica, Nogal, varietat molt extensa per la seva productivitat, i Valbona, varietat més orientada a la qualitat. Cada varietat es va cultivar sola o associada a una lleguminosa (favó o pèsol) en mescla o en línies. A més, Florence Aurora i Valbona també es van provar associats en mescla amb llentia. El conjunt de formes de cultiu assajades es mostra a la Taula 1. El disseny experimental ha estat de blocs a l'atzar amb tres repeticions per tractament i mida de parcel·la elemental (microparcel·la) d'aproximadament 10 m². Previ a la sembra es va fer una aplicació de purí de porc no intensiu a una dosi de 40 kg N/ha. La sembra es va fer el 3 de desembre de 2019 a unes densitats de 500, 470, 175 i 70 llavors/m² pel blat, llentia, pèsol i favó respectivament. Aquestes densitats es van reduir a un 75% pel blat i a un 25% per les lleguminoses en les associacions. Pel control de males herbes es va fer un desherbat mecànic amb grada de pues el 7 de febrer de 2020. La collita de totes les formes de cultiu es va realitzar el 16 de juliol de 2020.



Fotografia 1. Vista general de l'assaig, Cornellà del Terri (GI) (Foto: IRTA).

Taula 1. Formes de cultiu de blat i lleguminoses avaluades a l'assaig

Monocultiu	Associacions en línia	Associacions en mescla
1. Florence Aurora	7. Florence Aurora + Favó	13. Florence Aurora + Favó
2. Nogal	8. Florence Aurora + Pèsol	14. Florence Aurora + Pèsol
3. Valbona	9. Nogal + Favó	15. Nogal + Favó
4. Favó	10. Nogal + Pèsol	16. Nogal + Pèsol
5. Pèsol	11. Valbona + Favó	17. Valbona + Favó
6. Llentia	12. Valbona + Pèsol	18. Valbona + Pèsol
		19. Florence Aurora + Llentia
		20. Valbona amb Llentia

02.02 Determinacions

Establiment associacions, cobertura, males herbes i biomassa dels cultius

Es va fer un seguiment de l'establiment dels cultius, determinant la proporció de lleguminoses en les associacions amb blat. El 16 de gener de 2020 es va fer un control de cobertura de les diferents formes de cultiu a través de l'anàlisi de fotografies digitals. També es va realitzar el seguiment visual de la incidència de males herbes en els diferents tractaments al llarg del cicle vegetatiu, des del desherbat mecànic fins l'espigat del cereal. Es va valorar qualitativament l'impacte de les males herbes amb una escala de l'1 al 10.



Fotografia 2. Associació de blat-favó en línies i mescla, Cornellà del Terri (GI), (Foto: IRTA).

El mostreig de la biomassa dels cultius es va fer el 18 de maig de 2020, abans de la senescència i en el moment de màxima biomassa de l'associació, per a cada tractament de l'assaig. A més de la biomassa de cada fracció (blat, lleguminosa i males herbes) es va determinar també el seu contingut de N per conèixer les extraccions d'aquest nutrient en les diferents formes de cultius. Es va mostrejar 1 m² d'un dels extrems de cada parcel·la de dues repeticions de tots 20 tractaments.

Determinació de la producció i qualitat dels cultius

En collita es va fer el control de la producció de cada parcel·la elemental amb separació de les fraccions de blat i lleguminosa pel cas d'associacions. Es van determinar el rendiment, el contingut de proteïna i, pel blat, també el pes hectolítric.



Fotografia 3. Nogal amb pèsol en línies (esquerra) i Valbona mesclat amb favó (dreta) (Foto: IRTA).

Estimació de la fixació de N₂ atmosfèric

El N fixat per la lleguminosa es va estimar segons proposa Stern (1993):

$$N \text{ fixat} = [N \text{ planta (lleguminosa)} - N \text{ planta (no lleguminosa)}] + [N \text{ sòl residual (lleguminosa)} - N \text{ sòl residual (no lleguminosa)}]$$

Aquesta estimació bruta de la fixació biològica de N es basa en assumir que el N inicial i el purí aplicat va ser igual a tots els tractaments. Aquest terme engloba també les variacions de N degudes a la mineralització neta i les possibles pèrdues de N de la capa de 0-30 cm de sòl.



Fotografia 4. Nòduls en arrels de favó, Cornellà de Terri (GI), 06-05-2020 (Foto: IRTA).

Determinació del nitrogen residual del sòl

Al moment de la collita es va efectuar un mostreig de sòl (0-30 cm) per parcel·la elemental en dues de les repeticions de l'assaig per a la determinació del N mineral residual. Les mostres es van enviar a un laboratori analític de referència per a la quantificació del N nítric i amoniacal.

Anàlisi estadístic

S'han realitzat diferents anàlisis de la variància (ANOVA) d'un factor per tipus de tractament, tipus de varietat de blat, tipus de varietat de lleguminosa, tipus de sembra (mescla, línia) i per tipus de tractament (associació, cereal pur, lleguminosa pura). Per una anàlisi detallada en el cas d'existir diferències entre els grups, s'ha realitzat una comparació múltiple amb separació de mitjanes per grups (Tukey o Edwards a& Berry). Per a totes les anàlisis estadístiques el nivell de significació ha sigut de 0,05 i, aquestes s'han realitzat mitjançant els paquets estadístics R-Studio i SAS. En l'anàlisi de varietat de blat, lleguminosa i tipus de sembra s'ha exclòs la lletia al no ser present en totes les combinacions amb blat.

03. Resultats

03.01. Establiment de les associacions de blat-lleguminosa i cobertura.

Les associacions es van establir bé, tal com mostra la taula 3, amb independència de la forma, mescla o línies. Respecte la cobertura, es va trobar un efecte significatiu relatiu a la varietat de blat, sent les formes de cultiu amb Florence Aurora les que van presentar una millor

cobertura del terreny. Aquestes diferències estan relacionades amb la precocitat, sent Florence Aurora la varietat que va arribar abans a espigat, amb una diferència d'una setmana respecte Nogal i d'una setmana i mitja respecte Valbona. La cobertura és un aspecte interessant tant en assolir una millor competència amb les males herbes com per reduir els riscos de rentats de nutrients degut a les pluges d'hivern. A finals d'abril el pèsol, degut a fisiopaties comunes a la campanya i zona productiva, es va acabar sobtadament sense que es pogués obtenir cap producció. La lletia, amb un cicle més endarrerit que el blat, tampoc va tenir collita.

Taula 2. Establiment del cultiu (16-01-2020): Fraccions de blat (C) i lleguminoses (L) de les diferents formes de cultiu grau de cobertura del sòl

Cultiu	Proporció (%)		Densitat plantes Plantes /m ²			Cobertura (%)
	C	L	C	L	Total	
Favó	0	100	0	74	74	32
Florence Aurora	100	0	273	0	273	61
FL + Favó (línies)	80	20	294	76	370	46
FL + Favó (mescla)	90	10	223	26	249	48
FL + Pèsol (línies)	70	30	286	120	406	48
FL + Pèsol (mescla)	87	13	229	36	264	41
FL + Lletia (mescla)	64	36	223	126	349	42
Lletia	0	100	0	321	321	9
Nogal	100	0	288	0	288	35
NO+ Favó (línies)	80	20	284	70	354	41
NO + Favó (mescla)	92	8	263	23	287	40
NO + Pèsol (línies)	71	29	282	118	400	45
NO + Pèsol (mescla)	84	16	222	41	263	42
Pèsol	0	100	0	122	122	18
Valbona	100	0	263	0	263	44
VA + Favó (línies)	78	22	264	77	341	38
VA Favó (mescla)	90	10	201	22	223	33
VA + Lletia (mescla)	69	31	207	94	301	31
VA + Pèsol (línies)	70	30	287	126	412	38
VA + Pèsol (mescla)	83	17	203	41	244	30

03.02. Incidència de males herbes

La incidència de males herbes va ser mitja, i aquesta presència es va observar que es reduïa amb el creixement del blat (Figura 1). Es va trobar però, un efecte de la varietat de blat sobre el control de males herbes, sent Florence Aurora la varietat més competitiva, deixant la menor incidència de males herbes.

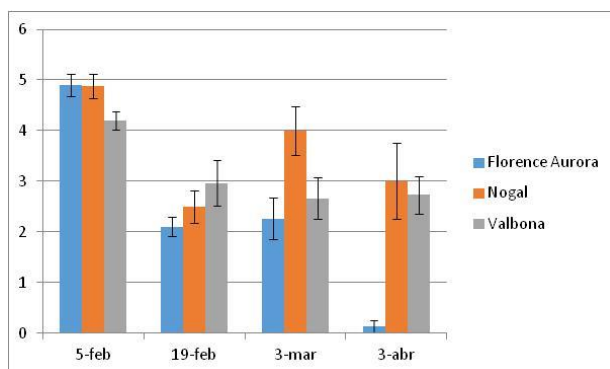


Figura 1. Dinàmica de les males herbes de totes les formes de cultiu agrupades per varietat durant la fase de creixement del blat.

La determinació de les males herbes abans de la maduresa del blat va mostrar que la varietat Florence Aurora, presentava consistentment menor impacte de males herbes respecte les altres dues varietats (Figures 2 i 3) tot i que les diferències no van ser significatives degudes a l'elevada variabilitat.

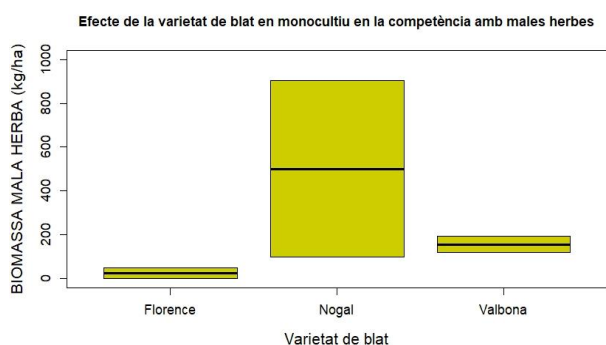


Figura 2. Biomassa de males herbes abans de la maduresa del blat (18-05-2020) segons la varietat de blat en cultiu pur. Diferències significatives a $p < 0.05$ (*)

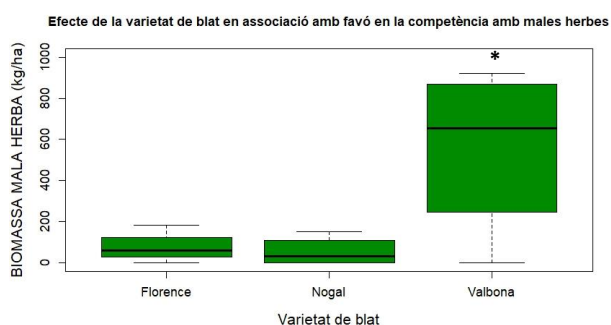


Figura 3. Biomassa de males herbes abans de maduresa del blat (18-05-2020) segons la varietat de blat en les diferents associacions amb favó. Diferències significatives a $p < 0.05$ (*)

03.03. Extraccions de N del blat

L'extracció de N del blat amb les diferents formes de cultiu va ser generalment del rang 200-300 kg N·ha⁻¹ segons la forma de cultiu (Taula 2). No es va trobar un efecte de la varietat, que de mitjana va tenir unes extraccions de prop de 250 kg N·ha⁻¹ al considerar totes

les formes de cultiu. No es van trobar diferències significatives del N extret pel cultiu (cereal i lleguminosa) comparant tots els tractaments cultiu (Taula 2). En canvi, agrupant formes de cultiu, es va trobar que les associacions de blat i favó significativament ($p = 0,0066$) tenien més N (362 kg N·ha⁻¹) que les de blat i pèsol (264 kg N·ha⁻¹), tot i que no es van diferenciar de les de blat sol (297 kg N·ha⁻¹).

Taula 3. Contingut de N del blat abans de maduresa (18-05-2020) en les diferents formes de cultiu. Diferències no significatives (n.s.).

Cultiu	N extret pel blat (kg ha ⁻¹)	Desviació Estàndard (kg ha ⁻¹)	N extret total pel cultiu (kg ha ⁻¹)
Florence Aurora	304	47	304
FL + Favó (línies)	210	6	289
FL + Favó (mescla)	225	6	291
FL + Pèsol (línies)	226	34	226
FL + Pèsol (mescla)	261	77	263
FL + Llentia (mescla)	310	36	316
Nogal	277	2	277
NO + Favó (línies)	251	3	394
NO + Favó (mescla)	199	100	422
NO + Pèsol (línies)	302	62	306
NO + Pèsol (mescla)	218	7	221
Valbona	309	115	309
VA + Favó (línies)	225	20	343
VA + Favó (mescla)	146	106	431
VA + Llentia (mescla)	237	41	269
VA + Pèsol (línies)	282	44	285
VA + Pèsol (mescla)	282	79	285
p = 0,344 (n.s.)		-	p=0,1850 (n.s)

03.04. Rendiment i qualitat del blat

El tipus de cultiu té un efecte marcadament significatiu en el rendiment del blat i en el seu contingut en proteïna. L'efecte és significatiu també en el pes específic del blat (Taula 4).

Taula 4. Rendiment en gra, contingut en proteïna i pes hectolítric de les diferents varietats del blat en cultius pur i en associacions.

Cultiu	Rendiment (kg ha ⁻¹)	Proteïna (%)	Pes hectolítric (kg hL ⁻¹)
Florence Aurora	3123	17,8	64,0
FL + Favó (línies)	1749	18,4	61,7
FL + Favó (mescla)	1814	18,1	63,4
FL+ Pèsol (línies)	2587	17,4	61,4
FL + Pèsol (mescla)	2865	18,0	63,3
FL + Llentia (mescla)	2523	17,4	65,0
Nogal	6578	15,6	67,9
NO + Favó (línies)	2356	16,6	66,9
NO + Favó (mescla)	1997	17,6	65,3
NO + Pèsol (línies)	4651	15,6	67,5
NO + Pèsol (mescla)	4117	15,0	66,6
Valbona	5974	17,9	72,2
VA + Favó (línies)	2991	19,5	68,9
VA + Favó (mescla)	2139	19,9	66,9
VA + Llentia (mescla)	7487	17,6	71,1
VA + Pèsol (línies)	6626	17,4	72,2
VA + Pèsol (mescla)	5944	18,1	70,7
	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001

Pel que fa al rendiment, les associacions amb favó presenten rendiments de blat més baixos, deguts a l'efecte de competència. Amb pèsol i llentia, no s'ha observat aquest efecte degut a que aquestes dues lleguminoses no han aconseguit desenvolupar tot el seu cicle productius.

Respecte la proteïna, hi ha un clar efecte varietal, en què les varietats Valbona i Florence Aurora presenten continguts proteics per sobre Nogal (Taules 4 i 5). Les associacions amb favó han incrementat significativament la proteïna respecte el blat en cultiu pur al considerar el conjunt de les tres varietats i les dues formes d'associació (mescla i línies). La forma d'associació, mescla o línies, en canvi, no ha tingut un efecte diferenciat en els resultats de proteïna. Els increments de proteïna de l'associació amb favó han estat més importants en Valbona (1,8%) i Nogal (1,5%), que amb Florence Aurora (0,5%) com s'observa a la Taula 4, indicant la major rusticitat d'aquesta varietat en termes de competència interespecífica.

Taula 5. Contingut de proteïna del gra de les varietats de blat assajades en cultiu pur i amb associació de favó (línies i mescla). Mitjanes separades (lletres diferents en una mateixa columna) pel test de Tukey ($p<0,05$).

Varietat blat	Cultiu pur (%)	Associat amb favó (%)
Florence Aurora	17,8	18,3 b
Nogal	15,6	17,1 c
Valbona	17,9	19,7 a
	p = 0,0272	

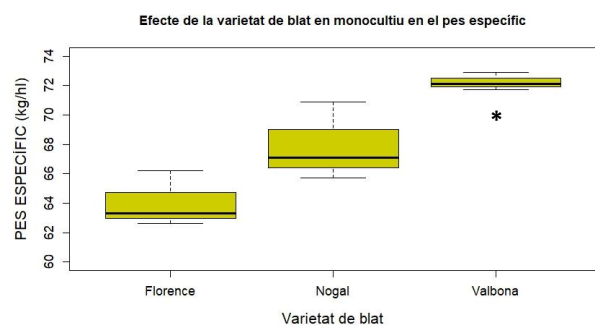


Figura 4. Pes hectolítric de gra de les varietats Florence Aurora, Nogal i Valbona en cultiu pur. Diferències significatives a $p<0.05$ (*).

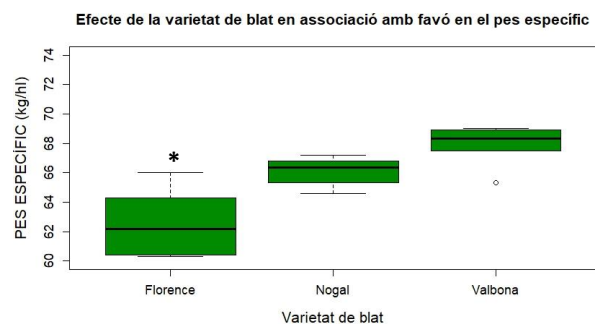


Figura 5. Pes hectolítric de les varietats Florence Aurora, Nogal i Valbona en cultiu associat amb favó (línies i mescla). Diferències significatives a $p<0.05$ (*).

Es va determinar també el pes específic (hectolítric), que és el pes de la quantitat de gra que ocupa un volum de 100 litres, observant-se un efecte varietal. La varietat Valbona presenta un pes específic significativament més alt que les altres dues varietats (Taula 5, Figures 4 i 5), tant en monocultiu com en associació. El pes específic més baix es dona només amb la varietat Florence Aurora. No hi ha un efecte significatiu de l'associació amb favó sobre el pes hectolítric quan es considera el conjunt de les tres varietats, tot i que aquest tendeix a ser més baix que amb cultiu pur (Figures 3 i 4). Aquesta diferència sí que és significativa quan es considera l'efecte només sobre la varietat Valbona ($p = 0,0063$).

03.05. Estimació de la fixació de N atmosfèric i rendiment del favó

Per aquesta secció s'ha de considerar que tant pel pèsol com per la lletia, per les raons que ja s'han introduït, no es va obtenir producció. De les tres lleguminoses provades, només el favó va complir el seu cicle productiu. D'aquesta forma, l'estimació bruta de la fixació de N₂ de la lleguminosa, resultat del N extret per la lleguminosa i la deixada al sòl respecte els cereals, no va poder calcular-se pel pèsol i la lletia. Això indica que d'altres processos biogeoquímics, com la mineralització neta del N orgànic al sòl i/o les pèrdues de N per percolació o volatilització van predominar per sobre del N que haurien fixat aquests cultius.

L'extracció de N del favó va ser de 446 kg N ha⁻¹ i la fixació de N es va estimar en 170 kg N ha⁻¹ (Taula 6). Aquesta és una quantitat important de N que explica l'important efecte d'increment de proteïna en les associacions.

Taula 6. N extret i deixat al sòl pels blats i el favó en cultiu pur. N fixat favó = N favó + N sòl favó - N cereal - N sòl cereal (Stern, 1993).

Cultiu	N cultiu (kg/ha)	N sòl (kg/ha)	N fixat (kg/ha)
Favó	446	118	170
Florence Aurora	304	90	-
Nogal	277	94	-
Valbona	309	107	-
Mitjana cereal	297	95	-

La Figura 6 mostra el rendiment del favó obtingut en cultiu pur i associat amb les diferents varietats de blat. El rendiment en gra del favó no es va diferenciar significativament en la seva associació amb Valbona (1,500-1,900 kg ha⁻¹). Per contra, si es va diferenciar l'associació amb Valbona de la de Florence Aurora, que és la varietat que va limitar més la producció de favó (0,6 Mg ha⁻¹), i de la de Nogal amb un rendiment intermedi (1,1 Mg ha⁻¹). Aquests resultats indiquen que, addicionalment al seu efecte en la millora de proteïna, és possible obtenir beneficis lligats a la valorització del rendiment del gra de favó.

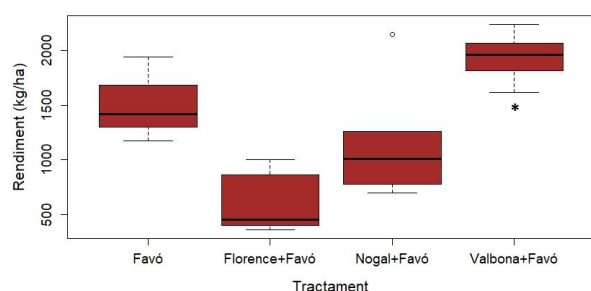


Figura 6. Rendiment del favó amb cultiu pur i associat (línies i mescla) amb les varietats de blat Florence Aurora, Nogal i Valbona. Diferències significatives a $p < 0.05$ (*)

03.06. Efecte de les associacions sobre la fertilitat del sòl.

La contribució a la fertilitat del sòl es va mesurar a través del N residual mineral (suma del N en forma nítrica i en forma amoniacal) que van deixar les diferents formes de cultiu de blat en la capa 0-30 cm de profunditat del sòl (Taula 7). No es van trobar diferències significatives entre les diferents formes de cultiu. Tot i això, el cultiu amb presència de favó de mitjana tendeix a deixar valors més alts de N residual (107 kg N ha⁻¹) que els cultius amb pèsol (100 kg N ha⁻¹) o el blat en cultiu pur (95 kg N ha⁻¹). Si es considera, a més d'aquesta tendència, la contribució de la biomassa d'arrels de favó, que va poder ser important considerant que la biomassa aèria de favó en cultiu pur va ser superior a les 18 Mg ha⁻¹ de matèria al mostreig del 18 de maig de 2020, s'apunta a un important efecte d'increment de la fertilitat del sòl favorable als següents cultius de la rotació en les parcel·les amb associacions amb favó. Per fer efectiu el reciclatge a la rotació d'aquest N serà important retenir-ho amb pràctiques de maneig adequades com poden ser la incorporació de residus del cultiu o l'ús de cultius de cobertura.

Taula 7. N mineral (nítric i amoniacal) deixat al sòl per cada tractament. El Diferències no significatives (n.s.).

Cultiu	N residual sòl kg N ha ⁻¹	Desviació Estàndard kg N ha ⁻¹
Favó	118	51
Florence Aurora	90	40
FL + Favó (línies)	106	5
FL + Favó (mescla)	86	14
FL + Pèsol (línies)	107	5
FL + Pèsol (mescla)	97	30
FL + Lletia (mescla)	81	8
Lletia	94	31
Nogal	94	26
NO+ Favó (línies)	101	22
NO + Favó (mescla)	109	10
NO + Pèsol (línies)	108	31
NO + Pèsol (mescla)	117	44
Pèsol	70	15
Valbona	107	
VA + Favó (línies)	104	17
VA + Favó (mescla)	131	28
VA + Lletia (mescla)	99	27
VA + Pèsol (línies)	90	30
VA + Pèsol (mescla)	111	16

Sign.: 0,909 (n.s.)

04. Conclusions

La varietat de blat i l'espècie de lleguminosa utilitzada en l'associació tenen un efecte molt important tant en la producció com en la proteïna del blat. Els resultats de l'assaig indiquen que les associacions del blat amb favó incrementen la proteïna del blat i redueixen el seu rendiment degut a la competència entre espècies. Hem de considerar, també, el valor de la producció addicional de favó que s'obté. A més, s'estima que la quantitat de N fixat per aquesta lleguminosa pot contribuir a un increment important en la fertilitat del sistema. El pèsol i la lletia han tingut un desenvolupament limitat i, en el cas del pèsol, no ha pogut acabar el seu cicle. Això ha fet que aquestes dues lleguminoses no hagin tingut un efecte significatiu en els resultats de l'estudi. Cal, a més, considerar les associacions amb lleguminoses en el marc de la rotació, adaptant pràctiques, com per exemple la introducció de cultius de cobertura, per retenir el N al sòl i posar-ho a disposició dels cultius següents, evitant les pèrdues per lixiviació de nitrats o emissió a l'atmosfera.

05. Referències

Bedoussac, L., 2009. Analyse du fonctionnement des performances des associations blé dur-pois d'hiver et blé dur-féverole d'hiver pour la conception d'itinéraires techniques adaptés à différents objectifs de production en systèmes bas-intrants (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Toulouse).

Bedoussac, L., Journet, E.P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E.S., Prieur, L. and Justes, E., 2015. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercropping in organic farming. A review. *Agronomy for sustainable development*, 35(3), pp.911-935.

CCPAE, 2020. Recull d'estadístiques del sector ecològic a Catalunya 2000-2019. Consell Català de la Producció Agrària Ecològica. Informe 14705/2020

David, C., Abecassis, J., Carcea, M., Celette, F., Friedel, J.K., Hellou, G., Hiltbrunner, J., Messmer, M., Narducci, V., Peigné, J. and Samson, M.F., 2012. Organic bread wheat production and market in Europe. In *Sustainable Agriculture Reviews* (pp. 43-62). Springer, Dordrecht.

Iannetta PPM, Young M, Bachinger J, Bergkvist G, López-Bellido RJ, Doltra J, Monti M, Pappa VA, Reckling M, Topp CFE, Walker RL, Rees RM, Watson CA, James EK, Squire GR, Begg GS (2016). A comparative nitrogen balance and productivity analysis of legume and non-legume supported cropping systems: the potential role of biological nitrogen fixation. *Frontiers in Plant Science*. 7 - 1700, 1-13.

Jensen, E.S., Ambus, P., Bellostas, N., Brisson, N., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Delmen, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Gooding, M., Hauggaard-Nielsen, H., Kasyanova, E., Launay, M., Monti, M., Pristeri, A., 2006. Intercropping of cereals and grain legumes for increased production, weed control, improved product quality and prevention of N losses in European organic farming systems. *Eur. Org. Farming Syst.*

Stern, W.R., 1993. Nitrogen fixation and transfer in intercrop systems. *Field Crops Research* 34, p. 335-356.

Jordi Doltra, Joan Serra, Roser Sayeras, Ivet Caballé

**Cultius Extensius Sostenibles
IRTA Mas Badia**

934674040—jordi.doltra@irta.cat

El projecte ha estat finançat pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya a través de l'ajut per incentivar la recerca aplicada en matèria de producció agroalimentària ecològica