

Increment del contingut de proteïna del gra en soja amb aportacions tardanes de nitrogen

maig 28, 2026 |

En el cultiu de la soja és bàsic assegurar una bona simbiosi amb els bacteris (*Bradyrhizobium japonicum*), responsables de la fixació del nitrogen atmosfèric i de la seva posada a disposició de la planta. Per aquest motiu, la inoculació de la llavor abans de la sembra és una pràctica recomanada com a norma general. En les nostres condicions de cultiu, i també com a criteri general, no hauria de ser necessària l'aportació de nitrogen mineral al cultiu, excepte en casos puntuals o excepcionals. Els resultats obtinguts amb aplicacions tardanes de nitrogen en soja no mostren resultats consistents que comportin increments significatius ni en la producció ni en el contingut de proteïna del gra en el moment de la collita.

INTRODUCCIÓ

En el cultiu de la soja és bàsic assegurar una bona simbiosi amb els bacteris (*Bradyrhizobium japonicum*) que capturen el nitrogen atmosfèric i el fiquen a disposició de la planta. En les nostres zones de cultiu no és habitual trobar aquest bacteri de manera natural al sòl, al contrari del que succeeix amb altres bacteris similars que estableixen simbiosi amb l'alfals, el pèsol o altres lleguminoses pròpies de les nostres contrades. Per tant, és important inocular la llavor abans de la sembra, com a norma general.

Hem de tenir en compte que el cultiu de la soja presenta unes extraccions molt elevades de nitrogen del sòl. Aportar tot el nitrogen necessari mitjançant fertilització mineral representaria una despesa elevada que, deixant de banda altres consideracions agronòmiques, penalitzaria seriosament la rendibilitat del cultiu. Les extraccions orientatives de nitrogen de la soja són d'uns 70 kg N per tona de gra. Així, per a rendiments de 4.000 kg/ha o 5.000 kg/ha de gra, les aportacions necessàries d'aquest nutrient serien molt elevades, especialment si es té en compte que l'eficiència de les aplicacions no és mai del 100 %.

Per tant, en les nostres condicions de cultiu i com a norma general, no hauria de ser necessària l'aportació de nitrogen al cultiu, llevat de casos excepcionals.

Nivells elevats de nitrogen al sòl o aportacions d'aquest element en el moment de la sembra dificulten una correcta nodulació i, en conseqüència, donen lloc a una simbiosi poc efectiva.

Els inòculs són productes que contenen bacteris vius i, per tant, requereixen l'adopció d'algunes precaucions:

- L'inòcul està format per organismes vius que es veuen perjudicats per temperatures excessives i per condicions de llum desfavorables.
- Abans del seu ús, no emmagatzemar l'inòcul a temperatures superiors a 25 °C
- En el moment de realitzar la barreja o el tractament de la llavor, fer-ho lluny de la llum solar directa.
- Tenir en compte el temps de viabilitat de cada inòcul un cop obert l'envàs, segons el que indiqui l'etiqueta del producte.
- Sembrar dins del termini de temps indicat a l'etiqueta de l'inòcul després de realitzar el tractament de la llavor.
- En el moment de la sembra, procurar un bon contacte del sòl amb la llavor per afavorir una correcta nodulació.

Un dels factors limitants per a la comercialització de la soja destinada a alimentació humana pot ser no assolir el contingut mínim de proteïna del 40 % requerit en el gra. És per aquesta raó que, en determinades situacions, ens podríem plantejar aplicacions tardanes de nitrogen (N) amb l'objectiu d'afavorir un increment del percentatge de proteïna, com a paràmetre de qualitat del gra.

A continuació es mostren els resultats obtinguts en les darreres campanyes amb aplicacions tardanes de nitrogen (N), amb l'objectiu d'incrementar el contingut de proteïna en el gra de la soja. Els assaigs s'han dut a terme, en tots els casos, en reg per aspersió i amb una segona data de sembra situada a la segona quinzena de juny. Tots els assaigs han inclòs 4 tractaments: un testimoni sense aportació de nitrogen i tres tractaments addicionals aplicats al voltant del període de floració, que han variat entre campanyes.

Els diferents tractaments es aplicats es mostren a continuació:

Producte	Dosis (kg-L/ha)	Nitrogen aplicat (kg N/ha)	Tipus d'aplicació	Moment d'aplicació	Campanya
Testimoni		0	-	-	2022, 2023, 2024, 2025
Nitrat amònic 34,5 %	145	50	Aplicació al sòl	Inici floració	2022, 2023, 2024, 2025
Nitrat amònic 34,5 %	145	50	Aplicació al sòl	Final floració	2022, 2023, 2024
Nitrat amònic 34,5 %	145	50	Aplicació al sòl	2a setmana floració	2025
Budge	10	0,44	Aplicació foliar	Inici floració	2022
Labinor N10	500	50	Aplicació al sòl	Final floració	2023
Labinor N10	500	50	Aplicació al sòl	Final floració	2024
Solució 32% + Supractyl				Inici floració + Final	
Ursus	(20+3) x 2	13,1	Aplicació foliar	floració	2025

PRODUCCIÓ

A les següents taules (Taula 1, 2, 3 i 4) es mostren els resultats de producció de 4 assaigs d'aplicació tardana de N duts a terme les campanyes 2022, 2023 , 2024 i 2025.

TRACTAMENT	PRODUCCIÓ (kg/ha 14 % humitat)	ÍNDEX PRODUCTIU (%)	SEPARACIÓ DE MITJANES **
TESTIMONI (T)	5.025	100,0	a
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha	4.943	98,0	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha	4.657	93,0	a
INICI FLORACIÓ + FOLIAR	4.612	92,0	a

Producció mitjana de l'assaig	4.809 kg/ha (14 % d'humitat)
Producció equivalent a l'índex 100	5.025 kg/ha (14 % d'humitat)
Coefficient de variació	7,89 %
Nivell de significació de les varietats	p = 0,5044
Nivell de significació dels blocs	p = 0,0452

(T) Tractament testimoni, sense aportació de N. ** Test Edwards & Berry ($\alpha = 0.05$)

Taula 1. Assaig d’aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la producció. Rendiments mitjans per varietat, índex sobre tractament testimoni (T) i test de separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2022.



TRACTAMENT	PRODUCCIÓ (kg/ha 14 % humitat)	ÍNDEX PRODUCTIU (%)	SEPARACIÓ DE MITJANES **
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N orgànic)	4787	111	a
TESTIMONI (T)	4319	100	a
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N mineral)	4221	98	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N mineral)	3970	92	a

Producció mitjana de l'assaig	4.324 kg/ha (14 % d'humitat)
Producció equivalent a l'índex 100	4.319 kg/ha (14 % d'humitat)
Coeficient de variació	13,736 %
Nivell de significació de les varietats	p = 0,4818
Nivell de significació dels blocs	p = 0,6939

(T) Tractament testimoni, sense aportació de N. ** Test Tukey ($\alpha = 0.05$)

Taula 2. Assaig d'aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la producció. Rendiments mitjans per varietat, índex sobre tractament testimoni (T) i test de separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2023.

TRACTAMENT	PRODUCCIÓ (kg/ha 14 % humitat)	ÍNDEX PRODUCTIU (%)	SEPARACIÓ DE MITJANES **
TESTIMONI (T)	4.765	100	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N mineral)	4.705	99	a
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N mineral)	4.546	95	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N orgànic)	4.401	92	a

Producció mitjana de l'assaig	4.604 kg/ha (14 % d'humitat)
Producció equivalent a l'índex 100	4.765 kg/ha (14 % d'humitat)
Coeficient de variació	6,57 %
Nivell de significació de les varietats	p = 0,3531
Nivell de significació dels blocs	p = 0,9639

(T): Tractament testimoni. ** Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)

Taula 3. Assaig d'aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la producció. Rendiments mitjans per varietat, índex sobre tractament testimoni (T) i test de separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2024.

TRACTAMENT	PRODUCCIÓ (kg/ha 14 % humitat)	ÍNDEX PRODUCTIU (%)	SEPARACIÓ DE MITJANES **
50 UF/ha Nitrat Amònic 2a. setmana floració	4994	102	a
N 32% 20 L/ha + Adob Foliar (2 aplic. Inici i final floració)	4930	101	a
Sense aportacions extra (T)	4883	100	a
50 UF/ha Nitrat Amònic 1a. setmana floració	4673	96	a

Producció mitjana de l'assaig	4.875 kg/ha (14 % d'humitat)
Producció equivalent a l'índex 100	4.883 kg/ha (14 % d'humitat)
Coeficient de variació	3,04 %
Nivell de significació dels tractaments	p = 0,1189
Nivell de significació dels blocs	p = 0,1004

(T): Tractament testimoni. ** Test Tukey ($\alpha=0,05$)

Taula 4. Assaig d'aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la producció. Rendiments mitjans

per varietat, índex sobre tractament testimoni (T) i test de separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2025.

Segons els resultats productius dels quatre assaigs, no s’han observat diferències significatives en la producció entre els diferents tractaments. En tot cas, els resultats d’aquests assaigs no indiquen que les aportacions de nitrogen incrementin de manera clara i consistent la producció de soja.

QUALITAT DEL GRA

A les següents taules (Taula 5, 6, 7 i 8) es mostren els resultats de qualitat del gra de dels 4 assaigs anteriors. Els paràmetres estudiats han estat, humitat del gra a collita, pes específic del gra, pes de 1000 grans, contingut de proteïna del gra i contingut de greix.

VARIETAT	Humitat del gra			Pes 1000 grans			Pes específic			Proteïna (% sss)			Greix (%)		
	(%)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	(g)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	(kg/hl)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)
TESTIMONI (T)	15,5	100	a	247	100	a	70,4	100	a	38,5	100	a	22,7	100	a
INICI FLORACIÓ + FOLIAR	14,5	94	a	247	100	a	69,9	99	a	38,7	100	a	23,1	102	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha	18,4	119	a	297	120	a	68,4	97	a	39,6	103	a	21,6	95	a
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha	14,9	96	a	260	105	a	70,3	100	a	39,7	103	a	22,5	99	a
Índex 100	Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT		
CV	12,44 %			9,91%			1,68 %			5,32 %			3,52 %		
p - Varietat	p = 0,3499			p = 0,3498			p = 0,4242			P = 0,8532			P = 0,4358		
p - Repetició	p = 0,3960			p = 0,5769			p = 0,5383			p = 0,9941			p = 0,5254		
Mitjana	15,8 %			262,9 g			69,7 kg/hl			39,1 %			22,4 %		

Taula 5. Assaig d’aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la qualitat del gra. Valors dels diferents paràmetres mitjans per tractament, índex sobre tractament testimoni (T) i test de separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2022.

VARIETAT	Humitat del gra (%)			Pes 1000 grans (g)			Pes específic (kg/hl)			Proteïna (% sss)			Greix (%)		
	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Test Tukey (α=0,05)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Test Tukey (α=0,05)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Test Tukey (α=0,05)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Test Tukey (α=0,05)	Índex (%)	Test Tukey (α=0,05)	Test Tukey (α=0,05)
TESTIMONI (T)	16,2	100	a	258	100	a	68,0	100	a	45,1	100	a	20,4	100	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N mineral)	16,2	100	a	256	99	a	68,8	101	a	45,5	101	a	20,0	98	a
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N mineral)	15,7	97	a	259	100	a	68,6	101	a	45,5	101	a	20,2	99	a
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha (N orgànic)	15,5	96	a	256	99	a	68,7	101	a	45,2	100	a	20,4	100	a
Índex 100	Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT		
CV	4,518 %			3,3053 %			0,8375			1,4127 %			2,133 %		
p - Varietat	p = 0,7531			p = 0,9282			p = 0,2632			P = 0,7822			P = 0,4684		
p - Repetició	p = 0,1298			p = 0,5899			p = 0,0434			p = 0,4898			p = 0,0357		
Mitjana	15,92%			257,3 g			68,475			45,3 %			20,2 %		

Taula 6. Assaig d’aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la qualitat del gra. Valors dels diferents paràmetres mitjans per tractament, índex sobre tractament testimoni (T) i test de

separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2023.

VARIETAT	Humitat del gra (%)			Pes 1000 grans (g)			Pes específic (kg/hl)			Proteïna (% sss)			Greix (%)		
	Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)	
TESTIMONI (T)	20,13	100	a	234,4	100	a	70,90	100	a	39,33	100	a	22,05	100	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha (orgànic)	21,25	106	a	245,9	105	a	69,58	98	a	39,13	99	a	21,88	99	a
INICI FLORACIÓ + 50 kg N/ha (mineral)	21,10	105	a	247,0	105	a	70,08	99	a	39,80	101	a	21,75	99	a
FINAL FLORACIÓ + 50 kg N/ha (mineral)	21,43	106	a	253,6	108	a	70,08	99	a	40,03	102	a	21,55	98	a
Index 100	Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT		
CV	5,13			4,78			0,97			1,77			1,73		
p - Varietat	P = 0,4427			P = 0,3106			P = 0,0693			P = 0,5025			P = 0,5447		
p - Repetició	P = 0,9675			P = 0,4286			P = 0,1564			P = 0,2346			P = 0,6047		
Mitjana	20,97			245,2			70,17			39,57			21,81		

Taula 7. Assaig d’aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la qualitat del gra. Valors dels diferents paràmetres mitjans per tractament, índex sobre tractament testimoni (T) i test de separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2024.

TRACTAMENT	Humitat del gra (%)			Pes 1000 grans (g)			Pes específic (kg/hl)			Proteïna (% sss)			Greix (%)		
	Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)		Index (%)	Test Tukey (α=0,05)	
50 UF/ha Nitrat Amònic 1a. setmana floració	18,2	112	a	269	103	a	70,1	100	a	39,3	102	a	21,4	96	a
50 UF/ha Nitrat Amònic 2a. setmana floració	16,1	99	b	243	93	b	71,0	101	a	38,2	99	a	22,2	100	a
N 32% 20 L/ha + Adob foliar (2 aplic. Inici i final Floració)	16,3	100	ab	247	94	ab	70,8	101	a	37,9	98	a	22,3	100	a
Sense aportacions extra (T)	17,2	105	ab	263	100	ab	70,3	100	a	38,5	100	a	22,0	99	a
Index 100	Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT			Testimoni NT		
CV	5,54			4,54			1,35			2,31			1,73		
p - Varietat	p = 0,0424			p = 0,0296			p = 0,5418			p = 0,2080			p = 0,1681		
p - Repetició	p = 0,0208			p = 0,0092			p = 0,2119			p = 0,0098			p = 0,0136		
Mitjana	16,9			255			70,5			38,4			22,0		

Taula 8. Assaig d’aportació tardana de N en soja. Anàlisi de la qualitat del gra. Valors dels diferents paràmetres mitjans per tractament, índex sobre tractament testimoni (T) i test de separació de mitjanes. Segona data de sembra. Sucs (el Segrià). Campanya 2025.

Segons els resultats obtinguts en els diferents paràmetres avaluats, només s’observen diferències puntuals estadísticament significatives en la humitat i el pes del gra de la campanya 2025. Si ens centrem en el contingut de proteïna, s’observa una tendència favorable cap a valors més elevats d’aquest paràmetre en el cas de les aportacions de nitrogen (N) al sòl. Tanmateix, en cap cas s’ha arribat a confirmar l’existència de diferències estadísticament significatives consistents, malgrat que en la majoria dels casos la uniformitat de l’assaig ha estat molt elevada.



AUTORS

JOSEP ANTON BETBESÉ

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

GUILLEM SIÓ

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

CECILIA GORDO

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

EZEQUIEL ARQUÉ

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

EDUARDO GALILEA

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

TERESA FONT

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

ANDREA LÓPEZ

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

GALOTTA MARIA FLORENCIA

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

SANTOLINO JORDI

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles

AITOR MELERO

IRTA – Programa de Cultius Extensius
Sostenibles