



INNOVACIÓN

Proyecto Smart Protein

Cultivos proteicos en agricultura ecológica. Resultados.

Lucía Sánchez García, Cristina Virto Garayoa e Isabel Gárriz Ezpeleta.
INTIA

Actualmente existe un aumento de demanda por parte del mercado de consumo de proteína vegetal.

Así mismo, dentro del actual contexto de la PAC, las leguminosas se definen como cultivos mejorantes dentro del ecorregimen de rotación de cultivos con cultivos mejorantes.

Por todo ello, existe una necesidad de conocimiento de manejo de estos cultivos tanto en agricultura convencional como en agricultura ecológica.

En este artículo se muestran los principales resultados en el marco del proyecto SMART PROTEIN de los cultivos proteicos trabajados (habas grano, garbanzo, lenteja y quinoa).

PROYECTO SMART PROTEIN

Uno de los desafíos a nivel mundial, es garantizar el acceso global a dietas saludables desde sistemas alimentarios sostenibles. El proyecto SMART PROTEIN, financiado con fondos comunitarios, colabora en abordar este problema **involucrando a toda la cadena de valor** desde la producción de cultivos proteicos hasta las personas consumidoras, utilizando técnicas y procesos innovadores. En este proyecto, el producto base ha sido proteína obtenida del grano de cultivos como **garbanzo, lenteja, haba y quinoa**, pero también se han investigado otras fuentes de proteína como los residuos de pasta, pan y la indus-

tria cervecera que, a través de procesos fermentativos, se han transformado y utilizado como fuente de proteína.

INTIA EN EL PROYECTO SMART PROTEIN

Como se ha comentado, el proyecto ha trabajado en los diferentes eslabones de la cadena alimentaria comenzando por la producción de cultivos proteicos. En esta parte de la cadena de valor es en la que INTIA ha trabajado, en colaboración con otros países de Europa, testando los cultivos proteicos en siete localizaciones diferentes del norte y sur de Europa teniendo en cuenta los diferentes sistemas de cultivo y condiciones agro-

climáticas. Las variedades evaluadas de cada cultivo eran comerciales y variedades locales de interés, testando las mismas variedades en todos los países.

Evaluación agronómica de cultivos proteicos

A lo largo de cuatro años, la sociedad pública INTIA ha realizado ensayos de evaluación de estos cultivos en los que se ha ido aumentando la superficie hasta evaluar las técnicas de manejo más interesantes en parcela de agricultor. Los tres primeros años se realizaron ensayos de evaluación de variedades en la finca que INTIA tiene ubicada en Sartaguda con manejo en agricultura ecológica. Posteriormente se evaluaron dos técnicas interesantes de manejo de hierbas adventicias: mezcla de cultivos y deshierbe mecánico en legumbres de consumo humano (garbanzo y lenteja ecológicos).

Anualmente, los ensayos han sido visitados por el sector y se han dado a conocer los resultados de los mismos en jornadas en las que se han mostrado las conclusiones más interesantes y recomendaciones.

Haba grano

Durante los años 2020, 2021 y 2022 INTIA ha realizado ensayos de evaluación de variedades de haba en ecológico en la finca de Sartaguda. Las siembras se realizaron en el mes de octubre, sembrándose 20 semillas m⁻² con una separación de 75 cm en-



Ensayo de haba. Sartaguda

tre líneas con el objetivo utilizar deshierbe mecánico con binadora para el control de hierbas adventicias. En la **Tabla 1** se muestran los resultados promedio de los 3 años de ensayos.

En cuanto a floración se observaron diferencias de más de 30 días entre variedades, comenzando la floración a finales de febrero y siendo las variedades SEMIANCHA y AXEL las últimas en florecer. En todas, fue evaluado el contenido proteico destacando la variedad TIFFANY. Sin embargo, la variedad SEMIANCHA fue la que mayor rendimiento proteico obtuvo. El rendimiento proteico se define como los kg de proteína obtenidos por hectárea. Además, se realizó una evaluación de las enfermedades más habituales, Ascochita (*Ascochyta fabae*) y Mildiu (*Phenorospora fabae*) en nuestras condiciones.



Ascochyta fabae en cultivo de haba

Garbanzo

Entre los años 2020 al 2022, en la misma ubicación que los ensayos de haba, se llevaron a cabo ensayos de adaptabilidad de variedades de garbanzo. Durante todo el ciclo de ensayos se realizaron las siembras en primavera, entre los meses de febrero y marzo. En el año 2020 las siembras se retrasaron debido a las dificultades por las restricciones aplicadas debido al Coronavirus Sar-2. Se evaluaron garbanzos tipo Pedrosillano, Blanco lechoso y Castellano. La dosis de siembra utilizada fueron 60 semillas m⁻², sembrando a una distancia de 60 cm entre líneas. El control de adventicias se realizó con binadora.

Tabla 1- Resultados ensayo haba Sartaguda

VARIEDAD	INDICE RENDIMIENTO	FECHA FLORACIÓN (DIAS DESDE 1 ENERO)	PESO MIL GRANOS (GR)	PROTEÍNA (%)	RENDIMIENTO PROTEICO (KG/HA)
HISTAL	61	49	1609	20	376
FUEGO	62	49	629	23	410
TIFFANY	88	57	652	24	574
SEMIANCHA	100	87	1115	21	644
AXEL	72	88	646	22	378
VITABON	84	59	759	23	547
BLANCABAT	93	56	983	18	510
XANET	82	49	1350	17	417
MACHO	91	57	598	22	575



Ascochyta rabiei en cultivo de garbanzo

Los principales resultados obtenidos durante los años de evaluación se recogen en la **Tabla 2**. Cabe resaltar que se evaluaron un mayor número de variedades, sin embargo, algunas presentaron una baja implantación por lo que sus resultados no eran comparables y no se incluyen en el global.

La floración del cultivo comenzó en el mes de mayo, durando alrededor de 3 semanas en todas las variedades. En cuanto al contenido en proteína, la variedad AMELIA presentó un valor mayor. El mayor contenido en rendimiento proteico lo obtuvo DURATÓN. Respecto a las enfermedades que afectan al cultivo destaca la rabia del garbanzo (*Ascochyta rabiei*), la cual afecta a los tallos, hojas y vainas produciendo un secado precoz del cultivo e importantes pérdidas de rendimiento. Existe una

diferente sensibilidad varietal (**Tabla 2**), por lo que es importante evaluar las variedades ya que es un importante método agronómico de manejo de enfermedades en agricultura ecológica. Las variedades DURATÓN, AMELIA y EULALIA fueron las que presentaron una menor sensibilidad.

Lenteja

En el mismo periodo, se llevaron a cabo ensayos de evaluación de adaptación de diferentes variedades de lenteja. Se realizaron siembras de primavera entre los meses de febrero y marzo. La dosis de siembra empleada fue de 200 semillas m², con una separación de 15 cm entre líneas. El control de adventicias se realizó con grada de púas flexibles. Los principales resultados medios obtenidos se muestran en la **Tabla 3**.



Cultivo de lenteja

Tabla 2- Resultados ensayo garbanzo Sartaguda

VARIEDAD	INDICE RENDIMIENTO	FECHA FLORACIÓN (DIAS DESDE 1 ENERO)	AFECCIÓN RABIA (1-9)	ALTURA PLANTA (CM)	PESO MIL GRANOS (GR)	PROTEÍNA (%)	RENDIMIENTO PROTEICO (KG/HA)
DURATÓN	118	143	1	52	363	19,4	333
AMELIA	106	143	2	43	275	21,2	297
EULALIA	116	143	2	47	247	20,5	290
GARABITO	106	136	5	42	245	18,8	253
CUAIZ	91	136	5	45	310	20,0	216
KREMA	54	143	4	42	379	20,2	147

Tabla 3- Resultados ensayo lenteja Sartaguda

VARIEDAD	NASCENCIA (%)	FECHA FLORACIÓN	ALTURA PLANTA (CM)	ENCAMADO (% SUPERFICIE)	PROTEÍNA (%)	RENDIMIENTO PROTEICO (KG/HA)
PAULA	90	143	24	65	27,3	255
GUAREÑA	102	143	17	100	28,9	34
PARDINA	77	143	29	100	28,3	174
ITACA	72	143	32	23	25,9	196
ANICIA	109	143	24	88	26,3	146
ROSANA	101	150	24	90	27,5	87
FLORA	94	143	25	98	27,2	155

La floración del cultivo fue en el mes de mayo. En los ensayos se pudo evaluar la diferente sensibilidad al encamado de las variedades, siendo ITACA la variedad que presentó menor nivel de encamado. Dato a tener en cuenta, ya que un encamado prematuro puede afectar al rendimiento y dificultar la cosecha del cultivo. La variedad GUAREÑA es la que obtuvo un mayor contenido en proteína y la variedad ITACA la de mayor rendimiento proteico. Hay que tener en cuenta que debido al encamado los rendimientos de las variedades se vieron afectados y a su vez el rendimiento proteico.

Técnicas de deshierbe mecánico

Deshierbe mecánico lenteja

Sartaguda

El objetivo de esta experimentación fue estudiar la eficiencia de la grada de púas en el cultivo de lenteja utilizando uno o dos pases de dicha grada en diferentes momentos del cultivo y de las hierbas adventicias.

El ensayo, ubicado en el municipio de Sartaguda, se sembró el 5 de marzo de 2021 con una sembradora de ensayos a chorrillo, utilizando una densidad de siembra de 200 semillas m⁻² y sembrando 4 bandas de un metro de ancho por 96 metros de largo.

Las tareas realizadas en las diferentes bandas fueron las siguientes:

- Pase de la grada de púas flexibles en la banda 1, cuando el cultivo estaba bien establecido y las adventicias se encontraban en cotiledones o dos hojas.
- Pase de la grada de púas flexibles en las bandas 2 y 3, 6 días después del pase a la banda número 1.
- Pase de la grada de púas flexibles en la banda 4, 6 días después del pase a la banda número 3.

■ Segundo pase con la grada de púas flexibles a la banda 1, 6 días después del pase a la banda número 4. Por tanto, se realizaron dos pases de la grada de púas a la banda 1.

■ Segundo pase con la grada de púas flexibles a la banda 2, 6 días después del segundo pase a la banda 1. Por tanto, se realizaron dos pases de la grada de púas a la banda 2.

En todos los casos, antes y después de cada pase de la grada de púas flexibles se realizó un recuento del número de hierbas adventicias y plantas de lenteja en 0,1 m². Este conteo se repitió cinco veces en cada banda y se calculó la media. Posteriormente, teniendo en cuenta esta media de plantas antes y después de cada pase, se calculó el porcentaje de reducción de plantas adventicias y el porcentaje de plantas de lenteja dañadas por la grada (pérdida de cultivo) (Tabla 4).

Seis días antes de cosechar el ensayo, se realizó una evaluación visual de las adventicias predominantes en cada banda. El 27 de julio se cosechó cada banda por separado obteniendo los resultados de la Tabla 4.

Analizando la reducción de adventicias, la pérdida de cultivo y el rendimiento, se observa que, en todos los casos, los primeros pases son los más efectivos. Cuanto antes se pasó la grada de púas mayor reducción de hierbas no deseadas se obtuvo.

Además, el rendimiento fue mayor en las bandas en las que se realizaron dos pases de grada de púas que en las que solamente se realizó un pase.

Se observó que *Chenopodium album* (cenizo) y *Polygonum aviculare* eran las hierbas más frecuentes en las bandas en las que antes se hizo el deshierbe (bandas 1 y 2), mientras que *Papaver Rhoëas* (amapola) aumentaba conforme más se tardaba en hacer el deshierbe (bandas 3 y 4). Esta última especie fue la que más comprometió al cultivo.

Tabla 4- Resultados del tratamiento con control mecánico con grada de púas flexibles. Lenteja. Sartaguda

Nº BANDA	Nº PASES	FECHAS PASES	ADVENTICIAS		PERDIDA CULTIVO (%)	RENDIMIENTO CULTIVO (KG/HA)
			TIPO	REDUCCIÓN (%)		
1	2	31/03/2021		64	0	1.198
		19/04/2021		35	6	
2	2	06/04/2021	Chenopodium sp. y Polygonum aviculare	55	0	1.267
		26/04/2021		54	0	
3	1	06/04/2021		55	0	822
4	1	13/04/2021	Papaver rhoëas	30	8	787

Villafranca

El objetivo de esta experimentación era evaluar el deshierbe mecánico con segadora. La experiencia se desarrolló en Villafranca, gracias a la colaboración de la empresa El Alcaraván, en una parcela suya con cultivo de lenteja, variedad pardina, sembrada el 5 de marzo a 200 semillas m⁻² con una distancia entre líneas de 17 cm, en una parcela con riego por aspersión. Se marcaron dos zonas, una en la que se realizaron los pases de segadora y otra en la que no se realizó ningún deshierbe mecánico.

Se realizaron dos pases de segadora el primero el 5 de mayo y el segundo el 22 de mayo segando en ambos pases por encima del cultivo.

En ambos pases se evaluaron diferentes parámetros del cultivo en varias zonas en recuadros de 0,1 m² y se calculó la media: altura del cultivo (cm), fenología, así como número de hierbas adventicias m⁻².

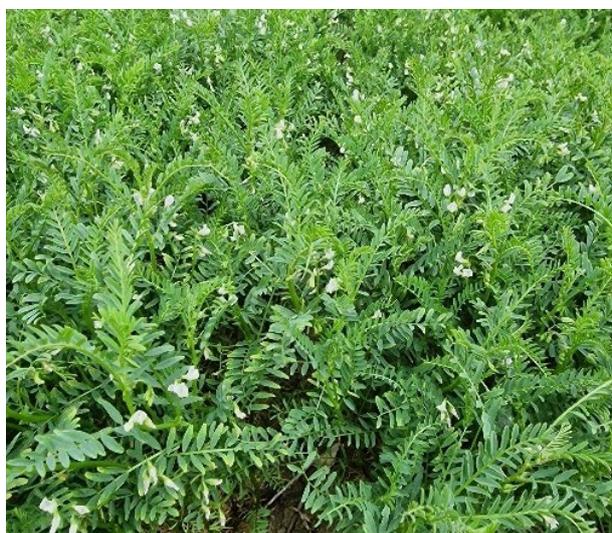
En los resultados de este método de control de hierbas adventicias se pudo comprobar que cuando se realiza el pase de segadora la altura de la lenteja es algo mayor (**Tabla 5**). Antes de la cosecha se hizo un control del número de hierbas adventicias y se observó que las adventicias que espigaban más tarde se mantenían en la parcela después de los pases de segadora.

“ Los cultivos proteicos son muy interesantes tanto desde el punto de vista agronómico como nutricional.

Además, se observó que el cultivo llegó a madurez unos días antes en la zona de control sin pase de segadora.

Tabla 5- Resultados del tratamiento con control mecánico con segadora. Lenteja. Villafranca

TRATAMIENTO	ALTURA CULTIVO (CM)	HIERBAS ADVENTICIAS (PLANTAS M ⁻²)
Pase de segadora	34,5	25
Sin pase de segadora	30,1	76



PROYECTO SMART PROTEIN



The Smart Protein project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 862957

El proyecto promueve la sostenibilidad desde diferentes puntos de vista:

- Introducción de leguminosas en la rotación de cultivos para fijar nitrógeno y romper con el ciclo de adventicias y plagas de cereales.
- Fomento de la economía circular: integración de residuos en la cadena de valor haciéndolos aptos para la producción de proteína.

Duración: 4 años

Presupuesto: 9,6 millones de euros, de los cuales 8,2 son financiados por la Unión Europea mediante el programa marco Horizonte 2020.

Web: <https://smartproteinproject.eu/>

Entidades socias: 32 procedentes de 14 países: 9 pertenecientes a la Unión Europea y 5 de fuera de la Unión Europea (2 de ellas de Europa y 3 de fuera de Europa).

Este proyecto ha recibido fondos del programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2020 bajo el acuerdo de subvención número 862957 y ha sido cofinanciado por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra a través del Convenio con INTIA S.A. para el fomento de la I+D+i en el ámbito agrario.