



Posibilidades del cultivo de soja no transgénica en Aragón

Transferencia de los primeros estudios sobre el cultivo

La soja ha sido cultivada en Asia oriental durante miles de años. En la mitología china fue considerada sagrada y presuntamente fue descubierta por el emperador chino Sheng-Nung hace más de tres milenios. Para estos emperadores la soja era una de las cinco semillas sagradas, junto con el arroz, el trigo, la cebada y el mijo. Y reconocían en su semilla no solo sus propiedades nutritivas sino también sus propiedades para prevenir enfermedades.

El cultivo del frijol de soja se centraba fundamentalmente en el noroeste de China. Según la tradición fueron los monjes budistas quienes la introdujeron en Japón en el siglo VII de nuestra era.

La primera referencia en Europa se remonta al siglo XVII. A principios del siglo XIX se empezó a cultivar en Estados Unidos, mayormente como un cultivo para forraje, pero no se empleó en la alimentación humana hasta bien entrado el siglo XX.

La producción de soja ha sido espectacular con las tierras destinadas a su cultivo triplicándose desde 1970, pronosticando que esta expansión continuará hasta bien entrado el siguiente siglo. En 1996 el mundo produjo 130 millones de toneladas de soja; para 2050 se espera alcanzar las 515 millones de toneladas.

China tiene la tasa más alta de consumo de soja, una tasa que se ha duplicado en la última década, de 26,7 millones de toneladas en el 2000 a 55 millones de toneladas en 2009, de las cuales 41 millones fueron importados.

Se proyecta que las importaciones de China aumentarán en un 59% para el 2021/22.

En las gráficas y cuadros siguientes mostramos los principales datos de Áreas, producción e importación de soja en el mundo.

Figura 1. Desarrollo actual y proyectado de la producción de soja y carne: 1961-2020

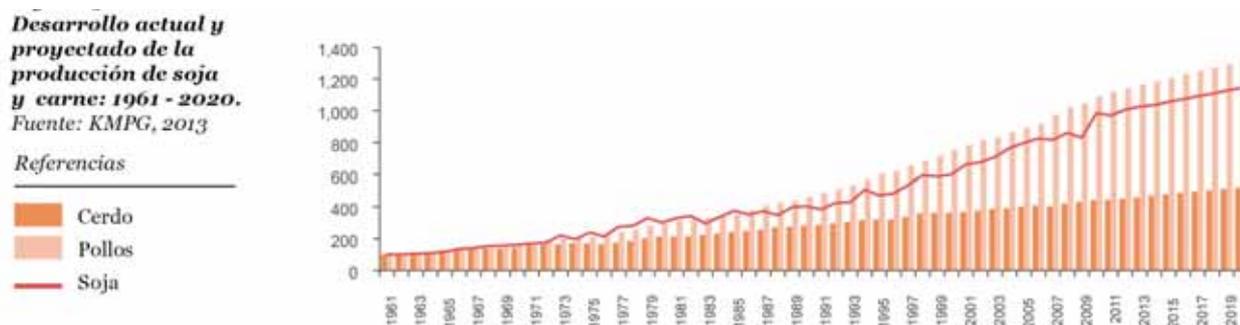


Tabla 1. Área y rendimiento haba de soja - proyecciones para el 2050

	1961-63	2005-07	2050
Producción de soja (millones t)	27	218	514
Área cosechada (millones ha)	24	95	141
Rendimiento (t/ha)	1,14	2,29	3,66

Tabla 2. Producción de soja 2008-13 en millones de toneladas

	Producción de soja				
	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
Brasil	57.800	69.000	75.300	66.500	82.500
Estados Unidos	80.749	91.417	90.605	84.192	82.055
Argentina	32.000	54.500	49.000	40.100	54.000
China	15.540	14.980	15.100	14.480	12.600
India	9.000	9.700	9.800	11.000	11.500
Paraguay	3.647	6.462	7.128	4.357	7.750
Canadá	3.336	3.581	4.445	4.298	4.930
Otros	9.464	10.605	12.211	13.798	14.079
Total	211.636	260.245	263.589	238.725	269.414



Tabla 3. Áreas principales de soja cosechada

	Área cosechada (miles de ha)			
	1990	2000	2010	2012
Argentina	4.962	8.638	18.131	19.350
Bolivia	143	617	1.086	1.090
Brasil	11.487	13.640	23.293	24.938
Paraguay	900	1.176	2.671	3.000
Uruguay	29	9	863	1.130
China	7.564	9.307	8.516	6.750
Estados Unidos	22.869	29.303	31.003	30.799
Otros	9.235	11.673	17.050	19.568
Total mundial	57.209	74.363	102.613	106.625



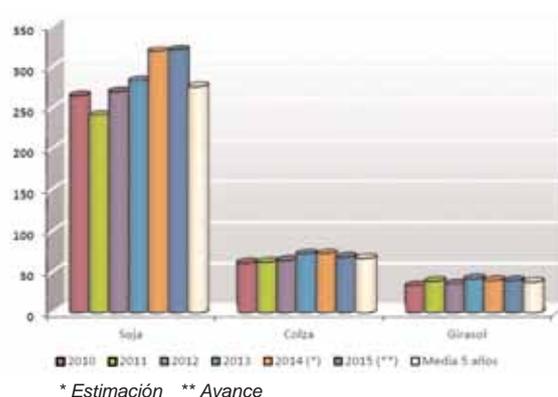
Tabla 4. Importadores de haba de soja 2008/13 en miles de toneladas

País	Importaciones				
	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13
China	41.098	50.338	52.339	59.231	63.000
UE 27	13.213	12.674	12.474	11.810	11.300
México	3.327	3.523	3.498	3.400	3.350
Japón	3.396	3.401	2.917	2.759	2.750
Taiwán	2.216	2.469	2.454	2.285	2.300
Indonesia	1.393	1.620	1.898	1.922	2.000
Tailandia	1.510	1.660	2.139	1.906	1.950
Egipto	1.575	1.638	1.644	1.600	1.550
Vietnam	184	231	924	1.225	1.230
Turquía	1.076	1.648	1.351	1.057	1.200
Otros	8.403	7.636	7.158	5.882	5.880
Total	77.391	86.838	88.796	93.077	96.510

Tabla 5. Grandes países / regiones importadores de soja.

País	Soja (millones de toneladas)			
	Haba	Harina	Aceite	Total
China	52,6	0,2	1,2	54
UE	13,2	23,3	0,7	37,2
Indonesia	2,1	2,9	-	5,0
Japón	2,8	2,2	-	5,0
México	3,4	1,5	-	4,9
Tailandia	2,0	2,4	-	4,4
Otros	15,9	27,6	7,3	50,8

Gráfico 2. Producción de oleaginosas en el mundo



La Fundación Antama (Fundación para la Aplicación de Nuevas Tecnologías en la Agricultura, el Medio Ambiente y la Alimentación) ha publicado recientemente una infografía en la que se evidencia la tremenda dependencia que el sector ganadero europeo tiene de la soja importada.

- Europa produce en la actualidad 1,7 millones de toneladas de soja
- La producción de la UE apenas cubre el 5% de la demanda del sector ganadero de este cultivo, clave en la alimentación de las cabañas europeas
- Europa es el segundo importador mundial de soja, llegan a sus Estados Miembros el 47,4% de las importaciones mundiales de este producto.

- Los 28 países que ahora integran la UE necesitarían 13,5 millones de hectáreas dedicadas a la soja para cubrir la demanda que tienen, en la actualidad apenas 600.000 están sembradas de él.
- En cuanto a las importaciones de soja que alcanzan en su conjunto los 43,4 millones de toneladas, se reparten en 14,7 millones de toneladas de habas de soja y en 28,5 millones de toneladas de harina.
- Por lo que se refiere a España, las importaciones anuales llegan a los 5,8 millones de toneladas, de las 3,5 son habas, de las que es el quinto importador mundial, y 2,3 de harinas procedentes en 84% de Argentina y Brasil, casi a partes iguales.
- Desde la Fundación Antama se destaca que, en la actualidad, se siembran en el mundo 91 millones de hectáreas de soja transgénica, es decir que el 82% de la producción mundial procede de OMG, organismos modificados genéticamente.
- El 100% de la soja sembrada en Argentina es transgénica, el 93% de la de Estados Unidos y el 92% de la de Brasil.

EL MERCADO DE SOJA EN EUROPA

Del total de exportaciones a Europa, Holanda, Italia y España importan por un total de 7,3 millones de toneladas, 70 por ciento de las exportaciones a la UE. Holanda es el principal importador con un volumen de 3,3 millones de toneladas, seguido por Italia con 2,3 millones y España con 1,8 millones.

Desde 1996 hasta la actualidad, la demanda mundial de harina de soja, vía comercio, creció 26,7 millones de toneladas, de los cuales Argentina ha incrementado sus exportaciones en 21,6 millones; es decir, este país ha capturado el 81 por ciento del crecimiento de la demanda global. Esto es así porque la industria aceitera argentina es la más competitiva del mundo en procesamiento de soja, y su posterior exportación de harina y aceite.

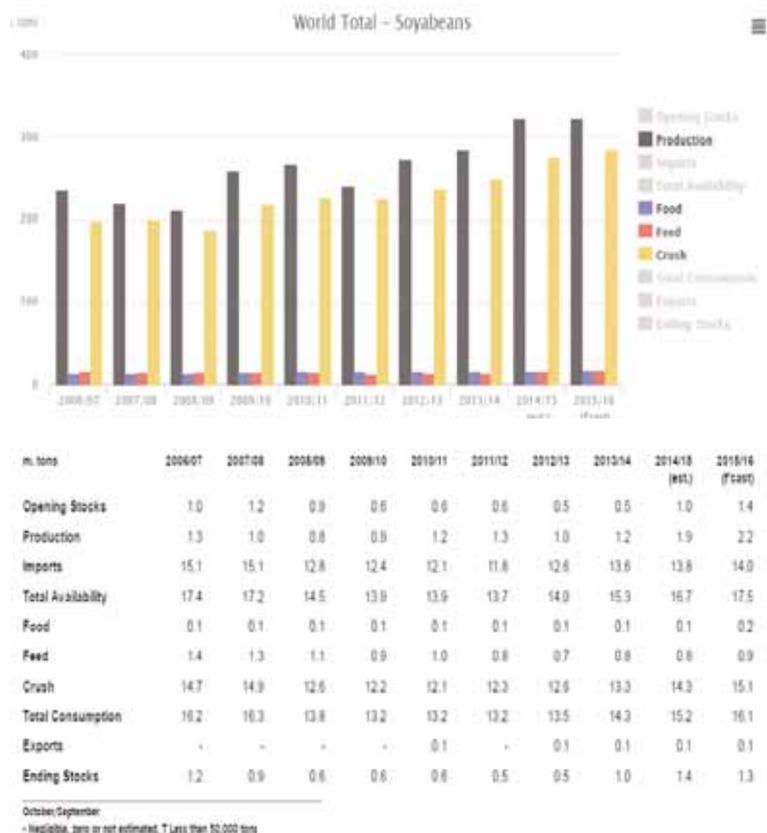
Europa depende de la soja, la mayor parte de la cual es importada de Sudamérica, para satisfacer la demanda de carne y productos lácteos.

La UE produce menos de un millón de toneladas de soja por año e importa alrededor de 43 millones de toneladas. La demanda de soja de la UE utiliza una superficie de casi 15 millones hectáreas, 13 millones de ellas en Sudamérica.

Para dar una idea de la escala de la dependencia europea de la soja importada, esta es el equivalente al 90% del área agrícola total de Alemania. Los principales importadores europeos de soja son países con una producción de escala industrial de cerdos y pollos.

En Europa existe desde el 2008 la Asociación Danube Soya, Asociación de productores de soja de la región del Danubio para la producción de soja orgánica, libre de transgénicos cuyo objetivo es el suministro europeo independiente de la proteína de soja, estando apoyado por institutos y

Gráfica 3: Producción y demanda UE.



organizaciones europeas, minoristas de alimentos, grandes casas comerciales agrícolas, la industria de alimentos para animales, molinos de aceite y numerosos procesadores, así como las organizaciones ecologistas como Greenpeace, WWF Global 2000.

El cultivo aumentó de 17 millones de toneladas en 1960 a 319 millones de toneladas en 2015. Esta leguminosa de gran importancia había desaparecido prácticamente como cultivo en Europa. Esta Asociación vincula y garantiza la relación entre consumidores y los productores agrarios, así como la implementación de proyectos de desarrollo e investigación sobre el cultivo.

Está coordinado por Austria y formado por los siguientes países:

Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Alemania, Italia, Croacia, Moldavia, Austria, Polonia, Rumania, Suiza, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia, República Checa, Ucrania y Hungría.

El programa se deriva del cultivo de variedades de haba de de soja libres de transgénicos que figuran en el catálogo común de las variedades de la UE.

El cultivo de soja en España en 2015

En 2013 en España se obtuvieron 1.500 toneladas de soja, en cultivo de recolección estival, cifra que escaló hasta las 2.700 toneladas en 2014.

Los agricultores españoles han mostrado un cierto y creciente interés por el cultivo de la soja - grano altamente proteico y esencial como materia prima para la fabricación de piensos compuestos para alimentación animal, hasta el punto de que la superficie de cultivo ha aumentado casi un 60 % en 2015.

Según los últimos datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Magrama), la superficie ha pasado de apenas 800 hectáreas en 2014 a las 1.300 de 2015, aunque todavía no se han publicado las expectativas de producción.

A pesar de la evolución al alza del cultivo, la soja sigue siendo residual en España, pues no llega ni al 1 % de la producción europea, y se sitúa muy lejos de Italia, el país líder absoluto en la Unión Europea en este sector agrícola.

Es Italia la que ha incrementado la superficie en los últimos años y cuenta ya con más de 300.000 hectáreas y un millón de toneladas, aunque también cultivan soja Francia, República Checa, Austria o Alemania.

Por su parte, el COPA-Cogeca estima que en la campaña 2015, la UE-28 dispone de 818.900 hectáreas, lo que supone un fortísimo incremento del 45 % respecto a la anterior, con una producción que puede rondar las 2,11 millones de toneladas, el 21,1 % más. La soja tiene en toda Europa un gran interés donde se utiliza tanto para alimentación humana como en la formulación de los piensos compuestos para animales.

Debido a que en Europa se prohíbe cultivar soja transgénica, al contrario de lo que ocurre en Brasil o EEUU, por ejemplo, el producto español y europeo podría tener un papel relevante en el futuro para elaborar piensos "orgánicos" dirigidos a las ganaderías ecológicas bien para la utilización de soja bien para alimentación humana.



Experiencias en Aragón

El 17 de febrero de 2009. El Centro de Transferencia Agroalimentaria organizó en Zaragoza una Jornada Técnica sobre el cultivo de soja y sus perspectivas de cultivo, en colaboración con el entonces Grupo Leche Pascual, hoy Calidad Pascual, actual denominación del Grupo de Aranda de Duero, Burgos, empresa que en esos momentos llevaba a cabo los contratos y compras de soja para su procesado. En España había ciertas expectativas de crecimiento alrededor de este cultivo, aspecto este que hizo que Institutos y Departamentos de Agricultura españoles se pusieran a trabajar para la elaboración de documentos que pusieran al día los principales aspectos de cultivo y necesidades agronómicas del mismo. Bajo ese paraguas se llevaron a cabo en Aragón los primeros ensayos de soja no transgénica en cultivo de ciclo largo en verano.

Con unas buenas perspectivas agronómicas de producción y calidad con el material del que se disponía en esos momentos se demostró que el potencial de la soja es el que quieran que tenga las empresas alimentarias ya que los rendimientos que se obtuvieron fueron muy interesantes para el productor, con rendimientos de entre 2.800-3.000 kg/ha y rentabilidades de unos 500 €/t. Extremadura y Andalucía centralizaron la mayor superficie de cultivo, ganando superficie a regiones como Aragón y Cataluña.



La realidad fue que este cultivo tuvo poco recorrido y estas empresas acabaron suministrándose de soja europea. Las importaciones de soja de Italia y del sur de Francia son las que abastecen el mercado emergente de la soja.

Evidentemente en nuestra Comunidad Autónoma este es un cultivo de regadío que entra directamente en competencia con el principal cultivo que es el maíz.

De todos es conocida la situación tan compleja en la que se encuentra este cultivo, por los escasos márgenes en los que nos encontramos debido a las caídas de precios y elevados costes de cultivo, haciendo que sea necesario ofrecer nuevas posibilidades y alternativas en nuestros regadíos en que las que estas rotaciones sean lo más beneficiosas posibles.

En nuestro caso y pensando que el maíz es un cultivo que demuestra su mayor potencial productivo en primera siembra y que los maíces de segunda, rastrojeros, se siembran fundamentalmente en aquellos regadíos por aspersión donde es especialmente posible la terminación de su ciclo por condiciones climáticas, tendríamos que estudiar ambas posibilidades, aunque por la falta de información con respecto al material vegetal de ciclos cortos deberíamos de incidir en estos segundos cultivos.

Algunos aspectos básicos del cultivo de soja

Evitando ser repetitivos en muchos de los trabajos agronómicos que ilustran esta Información Técnica solo pretendemos hacer especial hincapié en aquellos que consideramos imprescindibles para su buen desarrollo, así como un pequeño estudio de la fenología y ciclos de cultivo que condicionan de manera absoluta su posible incorporación a nuestras explotaciones de regadío.

Suelo:

La soja no es muy exigente en suelo, pero necesita suelos con buena capacidad de campo, por la necesidad de nivel hídrico del cultivo y poco limosos para evitar falta de aireación que obstaculiza el desarrollo del rizobio.

Los pH pueden variar entre 5,5 y 7,5, como valores más idóneos, pero se puede dar la soja con valores más extremos, siempre y cuando las labores culturales sean las apropiadas.

La salinidad del suelo no condiciona de forma limitante su rendimiento hasta valores superiores a 5 mmhos/cm de CE. Hay mermas de un 25% con 6,2 mmhos/cm de CE y del 50% para CE >7,5 mmhos/cm.

Los suelos que tienen tendencia a compactarse son perjudiciales para el cultivo de la soja, no solo en su fase de nascencia sino también entorpeciendo el desarrollo normal de las raíces. Imprescindible una buena aireación, evitando cualquier encharcamiento

El clima

La soja genéticamente está condicionada a días cortos y noches largas. En su fase de floración, su inicio, está en función de la duración del periodo de oscuridad.

Las variedades producidas suelen ser más adaptables a estos fenómenos, pero debe ser una referencia obligada.

Las variedades de ciclo corto son menos precoces y son menos sensibles a este fenómeno que las tardías. La sensibilidad al fotoperiodo de una variedad condiciona la adaptabilidad de la misma y es fundamental definir esta característica para implantar una variedad en una zona determinada. La intensidad de la luz no es un factor determinante para el cultivo de la soja, pero en climas muy luminosos el nº de nudos, ramificaciones y vainas es superior.

La temperatura

La integral térmica durante el ciclo de cultivo es variable en función del ciclo fisiológico, en nuestras zonas es de 2.000 a 3.000 °C. La temperatura de germinación más idónea (en suelo es de 10 °C), en aire (mínima 5 °C, máxima 40 °C); En crecimiento la temperatura de desarrollo es de 18-20 °C. Para la floración las temperaturas inferiores a 10 °C perjudican a la misma y sufre retrasos. La temperatura de almacenamiento debe ser inferior a los 20 °C a humedades relativas del 60% y no deben ser inferiores a los 5/7 °C o superiores a los 32 °C.

El riego

Un cultivo en condiciones normales necesita entre 300 y 700 mm durante el ciclo.

Por cada kg de materia seca producida se necesitan 550-650 litros de agua. Como en cualquier cultivo las necesidades de agua son importantes en cualquier fase fisiológica, pero en el caso de la soja hay una fase especialmente crítica y es la de la floración y formación de las vainas.

Abonado

La soja tiene fama de ser un cultivo poco exigente en abonados, casi circunscrito a los aportes residuales de cultivos anteriores.

Las necesidades de minerales varían de 30 kg/ha de Nitrógeno, de 80 kg/ha de P₂O₅ y de 150 kg de K₂O. Los aportes nitrogenados están condicionados por la capacidad que tiene la soja, de forma natural, para fijar el nitrógeno del aire, el cuál cubre el 80 % de sus necesidades. Es recomendable el aportar unos 20 kg/ha de fondo con el fin de garantizar el inicio del desarrollo en las primeras fases y otras 30 unidades en floración.

La inoculación

Donde la soja normalmente no ha sido cultivada, no está presente la bacteria simbiote fijadora del nitrógeno, *Bradyrhizobium Japonicum*. Es necesario proceder a la práctica conocida como inoculación de la semilla.





La cepa bacteriana aplicada es específica para la variedad, habiendo cepas polivalentes. La aplicación del inóculo es muy sencilla y se aporta normalmente a la semilla antes de sembrar. Las dosis de inóculo son del 8% de la semilla.

El inóculo es necesario incorporarlo todos los años y puede tener una vida útil de no más de 4 años, con una concentración exigida de 10^9 bacterias vivas por gr. o ml. de inoculante, no siendo posible la reinoculación puesto que solo son receptivas los primeros días. En los primeros 15-20 días de la inoculación se podrían observar las primeras nodulaciones, con una abundancia de nódulos grandes y de coloración rojiza (hemoglobina).

La mortalidad de la bacteria incorporada en semillas secas o expuestas a la luz es muy alta. Se debería de evitar inocular con luz directa o en condiciones de altas temperaturas,

La inoculación es, junto con la siembra, uno de los aspectos importantes por no decir el que más para llevar a buen fin el cultivo.

Siembra

La distancia entre líneas es variable y depende de la variedad, el suelo, el clima y la cultura.

La distancia entre líneas puede ser de 25 a 75 cm y depende de la distancia entre plantas y la densidad total de población. Debemos conseguir una densidad de plantas productivas de un mínimo de 350.000 a 400.000 plantas/ha.

Los marcos más utilizados están entre 50 y 70 cm entre líneas y distancia entre semillas de 3,5-4,5 cm, lo que nos daría unas esas densidades de 400.000 semillas/ha.

Las siembras más densas facilitan que el cultivo cierre pronto y compitan más rápidamente con las malas hierbas.

Las profundidades de siembra están entre 2 y 4 cm para una rápida emergencia del cultivo.

La sembradora a utilizar puede ser cualquier máquina con capacidad de localización en cantidad, dosis, profundidad y homogeneidad en la distribución. Las sembradoras de maíz son perfectamente utilizables y polivalentes para la siembra de soja, los sistemas neumáticos son de una precisión y capacidad específica más ajustada a las necesidades de este cultivo.

Ciclos de cultivo

Todas las semillas de soja que se comercializan y siembran tienen diferencias. La principal entre ellas es el grupo de madurez. Este se indica con un número que puede ir desde el 000 hasta el VIII e indica cuantos días demora dicha soja en desarrollarse y estar lista para ser cosechada y el hábito de crecimiento.

A menor grupo de madurez el cultivo es más precoz y se desarrolla en menor cantidad de días. A su vez teóricamente con el aumento de ciclo aumenta su rendimiento potencial.

Para una adecuada elección y manejo de cultivares de soja se considera fundamental contar con una adecuada caracterización del ambiente, porque este mismo condiciona el crecimiento y el rendimiento y en consecuencia determina cuáles son los grupos de madurez (GM) y el manejo de los mismos, lo que permite alcanzar las mayores productividades.

Tabla 6. Clasificación americana de los ciclos de madurez.

Ciclo	Nº días
00	90-95
0	105-110
I	112-118
II	122-128
III	132-135
IV	137-147
V	152-163
VI	168-175
VII	178-188
VIII	190-195

Fuente A. Guerrero 1981



Fases de cultivo

En el año 1977 Fehr y Caviness crearon una escala que intenta describir al cultivo externamente, con observación. Intenta ser objetiva y explicar las dos etapas, vegetativa y reproductiva y asignar letras y números a cada estadio de crecimiento.

Estados vegetativos:

- VE: Emergencia de cotiledones sobre la superficie del suelo.
- VC: Desarrollo de los cotiledones. Los bordes de las hojas unifoliadas no se tocan; cotiledones desplegados.
- V1: un nudo. Hojas unifoliadas desarrolladas; en la primera hoja trifoliada los bordes de los folíolos no se tocan.
- V2: Dos nudos: Primera hoja trifoliada totalmente desarrollada.
- Vn: n nudos: n nudos con hojas totalmente desarrolladas.

Estados reproductivos:

- R1: Comienzo de Floración. Una flor abierta en algún nudo sobre el tallo principal
- R2: Floración completa
- R3: Comienzo de fructificación. Vainas de 5 mm de largo en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal, con hojas totalmente desarrolladas.
- R4: Fructificación completa. Vainas de 2 cm.
- R5: Comienzo de la formación de semillas. Semillas de 3 mm de longitud.
- R6: Fin de llenado de semilla. Semillas totalmente formadas
- R7: Comienzo de madurez. Vaina Normal que está alcanzando color de vaina madura.
- R8: Madurez completa. 95% de vainas con color de madurez. Hojas caídas



Gráfico 4. Estados del cultivo de soja

				
Germination (05)	VC (10) Les premières feuilles unifoliées apparaissent entre les cotylédons et les bords de leur limbe ne se touchent plus.	V1 (11) Premier noeud. Etalement complet des feuilles unifoliées.	V2 (32) Deuxième noeud. La première feuille trifoliée est développée de telle manière que les bords des limbes ne se touchent plus.	Vn (39) Nième noeud. Seuls les noeuds de la tige principale sont comptés.
				
R1 (60) Début de floraison. Une fleur est épanouie à n'importe quel noeud sur la tige principale.	R3 (65) Premières gousses. Une gousse a 5 mm de long sur l'un des 4 noeuds les plus élevés de la tige principale et portant une feuille pleinement développée.	R5 (69) Premières graines. Une graine mesure 3 mm dans une des gousses portées par l'un des 4 noeuds les plus élevés sur la tige principale.		
				
R6 (75) Une gousse contient une graine verte qui remplit la cavité sur l'un des 4 noeuds les plus élevés de la tige principale. R6+ (79) Généralement, fin du franchissement du seuil limite d'avortement par tous les organes. La graine verte atteint 11 mm de long.	R7 (80) Première gousse mûre. Une gousse contenant au moins une graine sur la tige principale a atteint sa couleur de maturité (marron). La graine s'arrondit dans la gousse.	R8 (89) Maturité. 95 % des gousses sont à R7 (au-delà de ce stade, 5 à 10 jours sont nécessaires pour que l'humidité de la graine soit inférieure à 15 %). La graine est libre dans la gousse.		

TRABAJOS SOBRE VARIEDADES Y CICLOS DE SOJA EN ARAGÓN

En el año 2009 y después de establecer relación con el Grupo Pascual, bajo su dirección agronómica se establecen los primeros trabajos en Aragón de soja no transgénica para alimentación humana.

En esos momentos en España se estaban retomando las primeras iniciativas a la extensificación del cultivo gracias a la implantación de nuevo material vegetal que facilitaba la introducción de ciclos adecuados a nuestras condiciones agroclimáticas.

Los precios del cultivo de maíz en esas campañas hicieron que este cultivo no fuera interesante, algo que con el paso de las campañas siguientes ha cambiado de signo.

Esto hizo que intentáramos trabajar con soja rastrojera, de segundo cultivo, como una alternativa muy interesante en las zonas de producción donde los ciclos fueran lo suficientemente interesantes, algo que desconocíamos en un principio.

ENSAYO DE VARIEDADES DE SOJA. CAMPAÑA 2009

Se realiza la primera siembra de soja no transgénica en regadío tradicional del Valle del Ebro en la localidad de Zuera.

<i>Fecha de siembra:</i> 21 de mayo de 2009	<i>Fecha de cosecha:</i> 15 de octubre de 2009	<i>Ciclo total:</i> 147 días
<i>Densidad siembra:</i> 45 semillas/m ²	Inoculación previa a la siembra	
<i>Abonado:</i> Sin abonado de sementera. 30 kg/ha nitrosulfato 27% en riego	<i>Herbicida:</i> Pendimetalina 3 l/ha	

Tabla 7. Variedades y ciclos productivos

VARIEDAD	Ciclo	Empresa comercializadora	Observaciones
ASTAFOR	II	Limagrain Ibérica, S.L.	Material Euralis (Francia)
CRESIR	0+	Pioneer Hi-Bred Spain, S.A.	
FASTO	I	Semillas Caussade	
ISIDOR	I	Limagrain Ibérica, S.L.	Material Euralis (Francia)
ES MENTOR	00	Limagrain Ibérica, S.L.	Material Euralis (Francia)
NIKIR	I	Pioneer Hi-Bred Spain, S.A.	Testigo
PR91M10	0+	Pioneer Hi-Bred Spain, S.A.	
PR92B63	I+	Pioneer Hi-Bred Spain, S.A.	
SHAMA	I	RAGT Ibérica, S.L.	
SUMATRA	I	Semillas Caussade.	Obtención RAGT

Tabla 8. Producciones y humedad

Variedad	kg/ha a 14°								MDS 95%	MEDIA		Peso Especifico			
	Blq 1	H ^a	Blq 2	H ^a	Blq 3	H ^a	Blq 4	H ^a		k/ha	H ^a	R1	R2	R3	R4
ASTAFOR	6.136	10	5.121	13	5.045	10	4.356	11	a	5.165	11	68,1	61,0	68,8	62,0
PR92B63	4.924	10	5.667	10	4.030	10	4.874	10	ab	4.874	10	65,2	69,0	69,1	66,3
PR91M10	5.152	11	4.591	13	4.167	12	4.636	11	ab	4.636	12	65,8	66,0	64,0	66,0
SUMATRA	4.394	12	5.045	10	4.258	11	4.566	10	ab	4.566	11	63,5	65,9	63,0	63,0
ISIDOR	4.424	11	3.803	11	4.348	9	4.136	10	b	4.178	10	65,0	63,0	70,0	68,6
FASTO	3.429	11	3.955	-	3.136	12	3.197	12	c	3.429	12	63,8	-	61,8	60,0
ES MENTOR	3.727	12	3.470	11	2.818	13	3.338	13	c	3.338	12	62,0	62,2	58,4	62,0
NIKIR	3.742	12	3.470	11	3.288	13	2.652	10	c	3.288	12	66,9	66,9	60,0	64,5
CRESIR	2.576	14	2.818	13	2.424	15	2.606	14	d	2.606	14	60,9	60,0	58,8	58,4
SHAMA	2.288	12	2.727	10	2.939	9	2.182	11	d	2.534	11	60,2	69,0	62,0	61,4
SPLENDOR	2.561	13	2.061	15	2.470	14	1.970	15	d	2.265	14	60,0	61,9	57,9	58,6

Tabla 9. Resultados muestras de soja, medidos con NIR

Variedad	Proteína	Grasa	Humedad
ISIDOR	38,65	20,13	10,96
FASTO	36,37	21,31	10,75
ASTAFLO	37,89	20,02	11,49
CRESIR	32,66	22,96	11,37
PR92B63	40,25	18,72	10,20
SHAMA	31,64	23,53	10,86
PR91M10	39,52	19,77	11,66
SPLENDOR	37,61	21,17	12,17
SUMATRA	37,78	20,47	12,17
ES MENTOR	40,90	19,46	11,36
NIKIR	29,17	24,88	10,98



Conclusiones

Se puede observar la alta producción, entre 4,5 - 5 t/ha de producción, unos buenos rendimientos de soja en primera cosecha en regadío que resultan en la línea de las producciones obtenidas en esa campaña en España.

Las más altas producciones se obtienen con los ciclos más largos I y II y con contenidos en proteína entre 38 y 40%.

Las producciones de primera cosecha y siempre en función del material vegetal son muy prometedoras, con ciclos largos que pueden cubrir el ciclo perfectamente y que con una buena implantación del cultivo y una inoculación imprescindibles hacen de este cultivo una buena cabeza de alternativa.

ENSAYO DE VARIEDADES DE SOJA DE SEGUNDO CULTIVO. CAMPAÑA 2015

Se retoman los trabajos de soja no transgénica en la campaña 2015, ante los problemas de rentabilidad de los principales cultivos de verano en regadío, fundamentalmente maíz y buscando los segundos cultivos que mejoren dicha rentabilidad a los cultivos de cereal.

El objetivo del ensayo ha sido la implantación de diversas variedades de soja de ciclos cortos para comprobar la adaptación general del cultivo a la zona de regadío por aspersión de Los Monegros, Sariñena, además de evaluar los diferentes ciclos de las variedades bajo nuestras condiciones climatológicas.

Las variedades ensayadas con sus ciclos correspondientes son las siguientes:

Variedad	Grupo	Variedad	Grupo
Sultana	000	Sinara	0
Solena	000	Rgt Speeda	00
Rgt Shouna	000	Rgt Sforza	00

Desarrollo del ensayo

La fecha de siembra de todas las variedades fue el 29 de junio de 2015, tras un cultivo de cebada realizado en la misma campaña 2014-15. Las labores preparatorias fueron el chisel (2 pases, derecho y revés) y rotavator, mientras que posterior a la siembra se pasó un ruello acanalado.

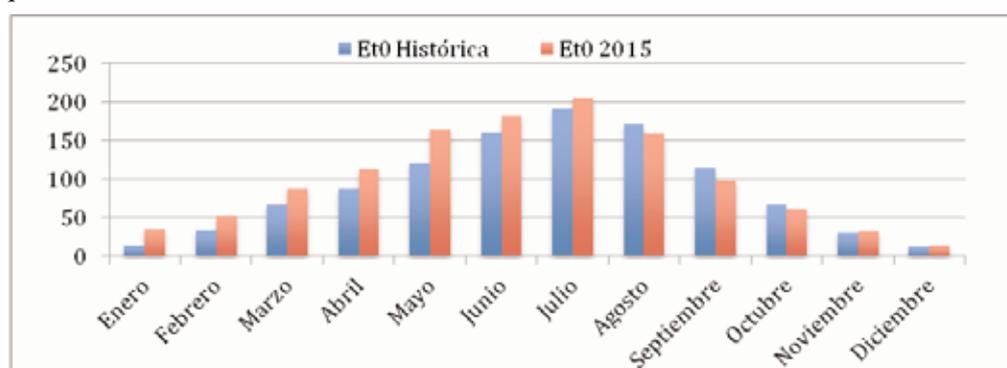
La dosis de siembra de la soja es de 90 kg/ha lo que es equivalente a 400.000 semillas/ha. Previa colocación de la semilla en la sembradora se inocularon manualmente todas las variedades con *Rhizobium japonicum* y se preparó la máquina para una siembra de 45 cm entre líneas.

En cuanto a la fertilización, se aplicaron 800 kg/ha de abono de fondo (líquido ácido 5/10/10 en presiembra). Muy probablemente, con la mitad de la fertilización hubiera bastado, debido a la capacidad fijadora de nitrógeno del cultivo.

Una vez sembrado el cultivo se realizó un tratamiento herbicida de preemergencia con 4 l/ha de Pendimetalina 33%, lo que inhibe la germinación de malas hierbas principalmente dicotiledóneas, cuya incorporación en el terreno se hizo mediante riego por aspersión de 10 mm el mismo día de la siembra.

La nascencia y el comienzo del periodo vegetativo del cultivo se produjeron con normalidad durante los primeros 14 días del cultivo. El 16 de julio, debido a la aparición de ricio de cereal y alguna *Setaria sp.*, se realizó un tratamiento antigramíneo con la sustancia activa Quizalofop 5% a la dosis de 1,5 l/ha en todas las variedades. Después del tratamiento, y por diversas causas a las que se suman unas inusualmente elevadas temperaturas del mes de julio, se produce una fitotoxicidad en el cultivo, por el que se decide aplicar aminoácidos para su recuperación. El 24 de Julio se aplicó Organihum Nitro Combi (41% de aminoácidos y 8% de nitrógeno) a 2 l/ha.

Las condiciones de temperatura de julio en esta pasada campaña fueron especialmente duras debido a las altas temperaturas muy por encima de la media histórica, con una evapotranspiración (E_t) muy elevada, que afectó al desarrollo correcto del cultivo.



Las temperaturas superiores a 40°C tienen efectos adversos sobre la tasa de crecimiento, iniciación floral y formación de vainas. El efecto de estas altas temperaturas sobre el desempeño de la soja es muy intenso si la humedad del suelo es limitada.

Fases del cultivo:

Según la escala de Fehr y Caviness que citábamos en el estudio de las fases de cultivo en el cuadro siguiente se muestran las observaciones a los ciclos de cultivo de la soja en esta campaña.

Muestreo	SFORZA	SPEEDA	SINARA	SHOUNA	SOLENA	SULTANA
8-ago	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1	R-1
14-ago	R-2	R-2	R-2	R-3	R-3	R-3
22-ago	R-3	R-2	R-2	R-3	R-3	R-3
28-ago	R-3	R-3	R-4	R-3	R-4	R-4
4-sept	R-5 80% R-4 20%	R - 4	R - 5	R - 4	R-4 70% R-5 30%	R-5 70% R-4 30%
11-sept	R - 6	R - 5	R - 5	R - 6	R - 6	R - 6
18-sept	R-6 80% R-7 20%	R - 5,5	R-6	R-6	R-5,5	R-6 95% R-7 5%
26-sept	R-7 30% R-8 70%	R-6 90% R-7 10%	R-7	R-7 40% R-8 60%	R-7 70% R-8 30%	R-7 20% R-8 80%
2-oct	R-7 10% R-8 90%	R-6 30% R-7 70%	R-7 20% R-8 80%	R-7 10% R-8 90%	R-7 10% R-8 90%	R-7 10% R-8 90%
10-oct	R-7 30% R-8 70%	R-7 30% R-8 70%	R-7 20% R-8 80%	R-8	R-8	R-8
16-oct	R-7 30% R-8 70%	R-7 30% R-8 70%	R-7 10% R-8 80%	R-8	R-8	R-8

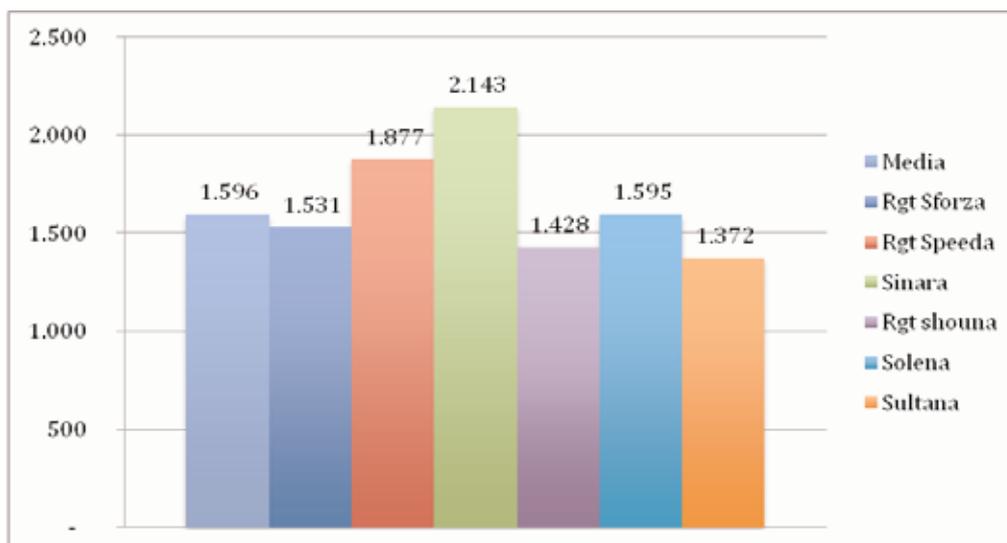
La fenología de las diferentes variedades ensayadas ha sido muy similar a lo largo del cultivo, alcanzando todas ellas estados fenológicos similares o muy cercanos y sin que se observasen diferencias significativas.

La fecha de recolección de todas las variedades fue el día 31 de Octubre de 2015, lo que supone 124 días tras la fecha de siembra.

Resultados

A continuación se muestran los rendimientos en grano de cada variedad:

Gráfico 5: Rendimientos (kg/ha) grano de las variedades ensayadas



El rendimiento medio ha sido 1.598 kg/ha. Debemos señalar la variedad Sinara como la más productiva, superando en un 30 % a la media. Esta variedad es la que presenta mayor duración de ciclo, lo que se ha traducido en el techo productivo de todas las variedades ensayadas.

La segunda variedad de mayor producción ha sido Rgt Speeda, con un incremento en producción sobre la media de 17% (Grupo 00). A esta variedad le sigue Solena, con un rendimiento ligeramente superior a la media (grupo 000).

El análisis de las muestras se realizó en el Área de Laboratorios de Análisis y Asistencia Tecnológica del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

En cuanto a la humedad de recolección y el contenido en proteína de las variedades, destacar que se han realizado por el método oficial según reglamento (CE) nº 152/2009. Para la humedad, el método utilizado ha sido el AACC 44-31, y para la proteína el método oficial Kjeldahl. Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 10. Porcentaje de proteína e hidratos de carbono

VARIEDAD	% Proteína (Nx6,25)	% Proteína sss	% Hidratos de Carbono	% Humedad
SULTANA	32,22	37,80	28,19	14,77
SOLENA	34,70	40,66	29,18	14,66
RGT SHOUNA	32,88	38,42	28,40	14,43
SINARA	33,50	39,15	28,94	14,69
RGT SPEEDA	36,97	43,59	26,49	15,18
RGT SFORZA	40,94	50,08	22,80	18,26



La humedad media de recolección (% sobre materia seca a 105 °C) fue de 15,4. La variedad RGT Shouna fue la de menor contenido en agua (Grupo 000), mientras que la de mayor contenido fue Rgt Sforza (Grupo 00).

Respecto a los contenidos en proteína sobre materia seca, cabe destacar que varían entre 37,80 % (Sultana) y 50,08 % (Rgt Sforza) situándose la media en 39,96 %.

Tabla 11. Porcentaje de ácidos grasos

VARIEDAD	% Saturados	% Mono-insaturados	% Poli-insaturados
SULTANA	14,8	19,1	65,5
SOLENA	14,0	22,0	62,1
RGT SHOUNA	16,0	21,3	62,8
SINARA	14,3	21,4	63,9
RGT SPEEDA	13,4	21,3	65,0
RGT SFORZA	15,5	24,4	59,4



Conclusiones

Todas las variedades de soja implantadas han completado su ciclo productivo, demostrando capacidad de adaptación a la zona, aún incluso bajo unas condiciones de temperaturas de verano muy anómalas en nuestra zona y que han podido repercutir de forma general en el cultivo con una posible disminución de la producción final.

Cabe destacar la variedad SINARA como la de mayor rendimiento, mientras que RGT SFORZA ha alcanzado mayor contenido proteico frente al resto.

Tabla 12. Análisis de costes del cultivo de soja

Concepto	Costo (€) por año/ha estimado	
Labores preparatorias	98	
Semilla	130	
Inóculo	35	
Abonado	90	
Isnsec/fung/Herbicida	155	
Riego	300	
Recolección	40	
Otros	120	
TOTAL (€)	968	
Rtos/ha	3,5 t	4 t
Ingresos estimados (€/ha)	1.155	1.320
Beneficio estimado	231 €/ha	416 €/ha
PAC (oleaginosa)	300/400 €/ha	
TOTAL	560/670 €/ha	750/850 €/ha

Datos elaborados de las Informaciones del Grupo Pascual, Itacyl y elaboración propia.



Los contratos que se establecieron en estos primeros años por la empresas productoras fueron de 520 €/t para un 40 % de proteína y un 12 % de humedad.

A precios de mayo de 2016 la soja en mercado pienso está en valores entre 390-410 €/t y para consumo humano entre 485 €/t.

A día de hoy parecen cubiertas las necesidades de transformación de empresas españolas, bien con producciones propias como con importaciones de soja europea libre de transgénicos.

La oportunidad radica en la búsqueda de elaboración de piensos "orgánicos" dirigidos a las ganaderías ecológicas, bien para la utilización de soja para pienso bien para alimentación humana, puesto que las condiciones del mercado europeo, proteccionista en alimentos transgénicos y con el apoyo de las políticas europeas de mercados libres de transgénicos y de no dependencia de los mercados mundiales de proteína, hace de este un cultivo con mucho recorrido en nuestra Comunidad Autónoma necesitada de nuevos cultivos en rotación en nuestros regadíos del Valle del Ebro.

Bibliografía

- "Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria Centro Nacional de Investigación sobre la Soja (EMBRAPA-CNPSo), 1995. El cultivo de la soja en los trópicos. Mejoramiento y producción. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 27.
- "Labrada R., Caseley J.C. y Parker C. (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal N° 120.
- Guide de culture. Soja 2014. CETIOM.fr
- Danuve Soya Guidelines. February 2015.
- Cultivo de la soja en Castilla y León. ITACYL.
- La soja y su cultivo ecológico. Ignacio Amián. Revista "La fertilidad de la tierra" nº 15.
- La soja renace con la industria alimentaria. Jorge Saramillo. Revista Agricultura, enero 2009.

Autores:

<i>Miguel Gutiérrez López</i>	<i>mgutierrez@aragon.es</i>	Centro de Transferencia Agroalimentaria
<i>Noelia Rios Pirla</i>	Cooperativa Los Monegros	
<i>Jose A. Campos Brocate</i>	Cooperativa Los Monegros	

Agradecimientos: Al Área de Laboratorios de Análisis y Asistencia Tecnológica del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

Los ensayos presentados en esta Información Técnica han sido financiados con fondos de la Unión Europea (FEADER) y del Gobierno de Aragón (Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020; Información y formación profesional, medida 111, submedida 1.7)

Los trabajos experimentales se han realizado en el marco de la RED ARAGONESA DE TRANSFERENCIA E INNOVACION AGROALIMENTARIA

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando sus autores y origen: Informaciones Técnicas del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TRANSFERENCIA AGROALIMENTARIA:
Av. Montañana, 930 • 50059 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 44

Correo electrónico: cta.sia@aragon.es - agricultura@aragon.es

■ **Edita:** Gobierno de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. Dirección General de Desarrollo Rural. Servicio de Innovación y Transferencia Agroalimentaria.
■ **Composición:** Centro de Transferencia Agroalimentaria. ■ **Imprime:** ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.