

Guía de cultivo de la producción extensiva de soja en regadío (I)

Aspectos clave del cultivo en producción convencional y ecológica



Antoni López Querol, Josep Anton Betbesé Lucas y Ezequiel Arqué Moreno.

IRTA. Programa de Cultivos Extensivos Sostenibles. Lleida

A lo largo de dos artículos se presentarán brevemente a título divulgativo aquellos aspectos distintivos propios del cultivo de la soja que hay que conocer desde un punto de vista eminentemente práctico, para poder tener elementos básicos de decisión en el momento de plantearse la puesta en marcha del cultivo si no se tiene suficiente experiencia previa. En este primero se detalla la parte correspondiente a la preparación del terreno, la siembra y la elección de la variedad.

El sector de la alimentación ganadera en España depende actualmente de las importaciones de proteína vegetal que constituyen uno de los componentes con mayor importancia en la distribución de sus costes. La producción local de especies proteaginosas en volumen y superficie suficientemente atractivos podría captar la atención de las actuales industrias importadoras y dar entrada a esa producción propia en los canales de suministro industrial. De modo paralelo, tanto el sector industrial de productos derivados de la producción ganadera como destinados directamente al consumo humano, podrían verse también beneficiados por la existencia de una oferta local de producto que podría hacer aumentar el valor añadido de sus productos comerciales finales con la incorporación de un sello distintivo de “soja cultivada en España”.

Por otro lado, el sector de la alimentación humana vive un acentuado incremento de la demanda de productos a base de soja. La incertidumbre en algunos aspectos de seguridad alimentaria en algunas importaciones, junto con la asociación habitual de una parte sustancial de la sociedad de soja importada con soja modificada genéticamente, hace que esta industria valore cada vez más una oferta de producto agrícola con suficientes garantías que la proximidad y su control garantizan. En este sentido, es previsible una continuidad en el incremento de la demanda de soja a nivel nacional y europeo que pueda satisfacer la demanda de producto para consumo humano, con un régimen de precios de comercialización claramente diferenciado del sector de la alimentación ganadera, y que puede hacer más atractiva la producción de soja para el agricultor de nuestras comarcas de regadío, en especial de zonas templadas como el Valle del Ebro o cálidas como los regadíos del sur de España.



Izquierda: nascencia deficiente de soja en suelo arcilloso y compacto. Derecha: nascencia correcta de la soja en suelo franco y suelto.

Preparación del terreno, siembra y precocidad varietal

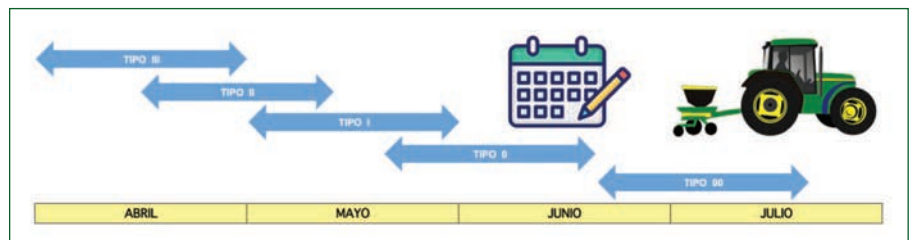
Una correcta germinación y nascencia de la soja es fundamental para la adecuada implantación del cultivo y poder optar a producciones finales normales.

La soja es especialmente sensible al encostramiento superficial del terreno, que difícilmente puede vencer. Hay que evitar pues condiciones del suelo que favorezcan el encostramiento del terreno. La siembra en condiciones de riego por aspersión solventa esta limitación mediante la aportación diaria de pequeñas dosis de agua que mantengan el suelo en condiciones favorables para ser atravesado sin dificultad por el coleoptilo de las semillas de soja en germinación.

Hay que escoger preferentemente suelos poco arcillosos y bien drenados, aspectos que adquieren especial importancia en el caso de parcelas con riego por superficie. Los terrenos más adecuados parecen los de suelos poco compactos, sueltos, de textura arenosa o franco-arenosa y con buena aireación. La soja soporta muy mal los encharcamientos prolongados.

El laboreo previo dependerá del cultivo anterior, pero en cualquier caso deberá poder facilitar un arraigo de las plantas poco dificultoso y una buena aireación del suelo durante el ciclo de cultivo. La zona superficial debe quedar bien trabajada en los primeros 10 cm, pero evitando dejarla en condiciones que faciliten la formación

FIG. 1 Calendario de las épocas de siembra de soja aproximadas en función del tipo de precocidad de la variedad empleada.



de costra superficial del terreno.

El período de siembra de la soja es amplio ya que actualmente se dispone de una gama varietal suficiente con numerosos tipos de precocidad bien diferenciados. En nuestras condiciones, las siembras tempranas pueden hacerse desde el mes de abril con ciclos largos, de tipo II o superiores, aunque las fechas más habituales se situarían entre mitad de abril y mayo para los tipos II, I y 0, que serían los de mayor adaptación a la mayoría de nuestras zonas de cultivo del centro y norte peninsulares. En las condiciones cálidas de los regadíos del sur pueden sembrarse variedades de tipo III y tal vez más largos.

La utilización de variedades con tipos de precocidad más cortos permite fechas de siembra más tardías, por lo que la soja puede entrar perfectamente como segundo cultivo en zonas donde las condiciones de temperatura y disponibilidad de agua lo permitan. Así, las variedades de soja de tipo I a 0 se pueden sembrar al inicio y

durante la segunda quincena de junio respectivamente, y los tipos 0 y 00 de alta precocidad pueden sembrarse después de la recolección del cereal. Existen variedades ultraprecoces de tipo 000 que suelen sembrarse en latitudes superiores en donde las condiciones de temperatura reducen marcadamente la duración del ciclo del cultivo. En nuestras condiciones, estos ciclos ultraprecoces únicamente tienen sentido en siembras de segunda cosecha o en aquellos casos de obligada siembra muy tardía. En todo caso, conviene saber que la gama de tipos de precocidad existente hoy en día en los catálogos de variedades comerciales permite la elección de material vegetal de soja para la siembra en un amplio abanico de fechas y situaciones (**figura 1**).

Es conveniente recordar que esta especie es sensible al fotoperiodo, es decir, que precisa una duración mínima de horas de oscuridad cada 24 h para su correcto desarrollo vegetativo y, sobre todo, para la inducción floral y posterior produc-

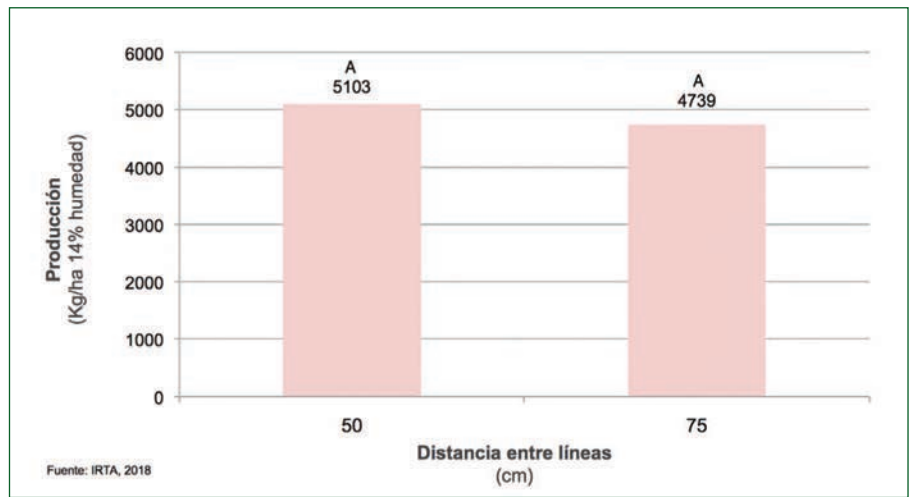


Izquierda: la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno es visible fácilmente abriendo los nódulos y observando un rojo intenso en su interior. Derecha: raíz de soja sin nodulación bacteriana simbiótica. Resulta importante comprobar una correcta nodulación, ya que en caso contrario habrá que aportar nitrógeno en forma nítrica a la planta.

ción de grano. En los tipos largos se pueden precisar mínimos de 10 h sin luz solar para inducir la floración, mientras que los tipos más precoces, como los apropiados a nuestras condiciones mayoritarias de cultivo, son mucho menos exigentes en este aspecto, e incluso hay variedades insensibles al fotoperiodo. La adecuada combinación de tipo de precocidad y sensibilidad al fotoperiodo es importante a la hora de elegir la variedad a sembrar en cada zona. Podemos encontrar variedades que inicien su floración demasiado precozmente, con poco desarrollo vegetativo, o bien, en caso contrario, que lo hagan demasiado tarde sin tener luego suficiente tiempo para la maduración adecuada del grano. En caso de duda, un correcto asesoramiento técnico sobre este punto concreto puede resultar de utilidad. La densidad óptima de siembra en condiciones de cultivo intensivo se sitúa en torno a las 500.000 semillas/ha, lo que supone entre 120 y 150 kg/ha de semilla, en función de su peso. La semilla se debe sembrar a poca profundidad, entre 2 y 5 cm, siempre que disponga de humedad suficiente. Se puede utilizar maquinaria de siembra convencional, con la

FIG. 2

Rendimientos medios de grano de soja seco (fechas de siembra precoz y tardía conjuntamente) en función del marco de siembra. Zona de regadíos del valle del Ebro. Campaña 2018. Fuente: IRTA.



separación adecuada entre líneas de siembra, aunque siempre será preferible la utilización de sembradoras neumáticas como las utilizadas en la siembra del maíz. El marco de siembra es variable en función de zonas, tipo de terreno, condiciones de cultivo y época de siembra, situándose entre los 30 y los 70 cm. En general, es preferible la siembra con marcos menores en siembras precoces para

hacerlo con separaciones mayores entre líneas de siembra a medida que la siembra es más tardía. En ensayos realizados por el IRTA en la zona de regadíos de Lleida en 2018, no se detectaron diferencias significativas entre separaciones de líneas de siembra de 50 y 75 cm en cuanto a los rendimientos conjuntos de fechas de siembra temprana y tardía (figura 2). Pese a ello, la separación de 50 cm entre líneas de siembra mostró

rendimientos medios superiores en un 7,68% a la separación de 75 cm.

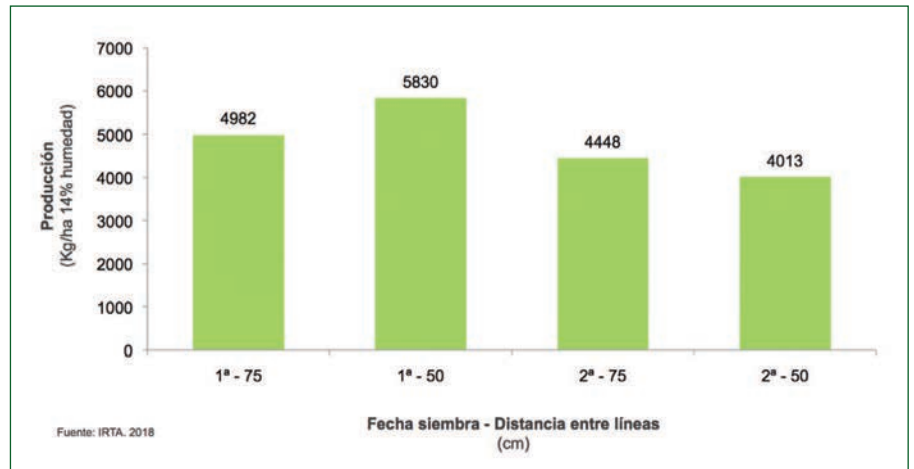
Si se relaciona con la fecha de siembra (**figura 3**), la separación de 50 cm en siembras tempranas parece mostrar mejores resultados en el rendimiento final, mientras que, por el contrario, la separación de 75 cm en siembras tardías parece tener mejores resultados productivos finales.

Este ensayo de variedades, marcos y fechas de siembra en soja cuyos resultados reproduce la **figura 3** muestra unos interesantes niveles de significación en las interacciones entre factores que muestra el **cuadro I**. En ella se observa cómo no se detectó significación estadística entre rendimientos de soja con separaciones de líneas de siembra de 50 o 75 cm (**figura 3**), así como en la interacción de ambos marcos de siembra con las dos variedades sembradas (Shama Tipo I y Speeda Tipo 00). Sí se detectó significación, sin embargo, en la interacción entre fecha y marco de siembra que apuntaría a una deficiente capacidad de competitividad de la soja con la vegetación infestante que parece quedar mejor compensada por un marco de siembra más estrecho en siembras precoces, mientras que en siembras tardías, el rápido desarrollo vegetativo de las plantas de soja podría llegar a controlar mejor esta competencia (**figura 3**).

La inoculación de la semilla

La inoculación de la semilla de soja previa a la siembra ha sido desde siempre uno de los factores que han dificultado un mayor y más rápido desarrollo de este cultivo. La soja es una especie de la familia de las leguminosas y como tal es capaz de autoabastecerse del nitrógeno necesario para su desarrollo vegetativo a través de la relación simbiótica que establece con la bacteria *Bradyrhizobium japonicum*, que es capaz de sintetizar el

FIG. 3 Rendimientos medios de soja en grano seco en función del marco y de la fecha de siembra. Zona de regadíos del valle del Ebro. Campaña 2018. Fuente: IRTA.



CUADRO I. ENSAYO DE RENDIMIENTOS DE SOJA EN FUNCIÓN DEL MARCO Y DE LA FECHA DE SIEMBRA. NIVELES DE SIGNIFICACIÓN EN LAS INTERACCIONES ENTRE FACTORES. ZONA DE REGADÍOS DEL VALLE DEL EBRO. CAMPAÑA 2018. FUENTE: IRTA, 2019.

Coefficiente de variación	11,19%
Nivel significación variedades	p = 0,0005 **
Nivel significación bloques	p = 0,4743 NS
Nivel significación fecha siembra	p = 0,0010 **
Nivel significación marco siembra	p = 0,2993 NS
Nivel significación marco x variedades	p = 0,7682 NS
Nivel significación fecha siembra x variedades	p = 0,0024 **
Nivel significación fecha siembra x marco	p = 0,0203 *
Producción media del ensayo	4.913 Kg/ha

nitrógeno atmosférico y transferirlo a las raíces de la planta de soja en las que vive. Esta bacteria no está presente en nuestros suelos de forma natural, a no ser que se cultive soja repetidamente. Esta relación simbiótica implica por tanto la inoculación previa a la siembra de las semillas de soja con esta bacteria, que habrá que hacer mecánicamente con una dilución de preparados comerciales de la bacteria durante las 2 h anteriores a la siembra y en condiciones de ausencia de insolación directa. Para que la inoculación de la semilla no suponga un freno a

la decisión de sembrar soja, buena parte de las empresas que comercializan la semilla la sirven actualmente ya inoculada y con preparados comerciales que incorporan agentes conservantes que permiten retrasar la siembra hasta una semana después de haberla llevado a cabo.

Una correcta inoculación de la semilla y unas condiciones adecuadas del medio deben hacer posible el desarrollo de la bacteria en las raíces de la planta de soja. Hay que comprobar esta correcta simbiosis (nodulación) unas dos o tres semanas antes de la floración, comprobando la existencia de nódulos activos de la bacteria en

las raíces. Hay que tener presente que los suelos compactos, propensos al encharcamiento, poco aireados y mal drenados dificultan enormemente una correcta nodulación y la supervivencia de las bacterias simbiotas.

En caso de ausencia de nódulos de la bacteria en las raíces, habrá que actuar rápidamente aportando la cantidad máxima de fertilizante nitrogenado en forma nítrica que la legislación permita en cada zona. A pesar de ser un cultivo exigente en nitrógeno, en condiciones de correcta nodulación la planta de soja es capaz de

autoabastecerse del 75% del nitrógeno que necesita para su correcto desarrollo. En este sentido, es uno de los cultivos que mejor pueden llevar a cabo la función de “limpieza” de nitrógeno en el suelo y que mejor pueden ayudar a la regeneración de nuestros suelos, contribuyendo así a una mayor sostenibilidad de la producción agrícola extensiva en regadío. En la serie de ensayos llevados a cabo por el IRTA en la zona de regadíos del valle del Ebro durante la campaña 2018, se ha comprobado cómo el rendimiento final del cultivo es significativamente superior en parcelas con inoculación de la semilla y sin aportación de nitrógeno respecto a parcelas no inoculadas y con aportación de fertilización nitrogenada en cobertera (**figura 4**).

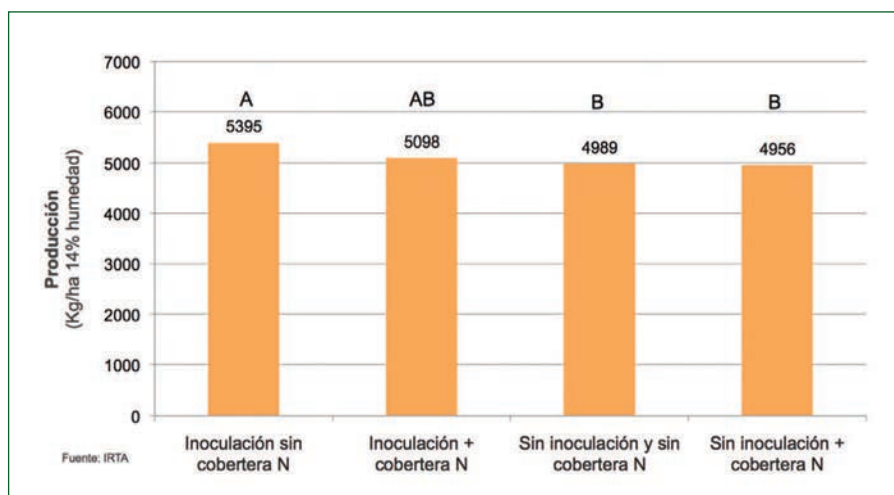
Elección de la variedad a sembrar

La elección de la variedad a sembrar dependerá principalmente de la fecha de siembra. De manera similar a los ciclos FAO en el caso del maíz, las diferentes variedades de soja se clasifican hasta en diez tipos según su precocidad y según el modelo estadounidense. En nuestra latitud y condiciones agroclimáticas mayoritarias, los tipos de precocidad que se adaptan a las mismas son las relacionadas en el **cuadro II**.

Aparte de su productividad, hay que elegir un tipo de precocidad adecuado según zona y fecha de siembra. Existe una amplia gama de tipos de precocidad o ciclos (**cuadro II**). En las condiciones de la mayor parte de nuestras zonas potencialmente productoras, parece que las variedades de tipo 0 y I se adaptarían adecuadamente a la mayor parte de situaciones y fechas de siembra más habituales. En siembras tempranas podrían entrar variedades de tipo II con un potencial de producción teórico superior.

Además de la productividad, hay que

FIG. 4 Efecto de la inoculación de la semilla con bacterias simbiotas y aportaciones de nitrógeno en cobertera sobre el rendimiento final en soja. Zona de regadíos del valle del Ebro. Campaña 2018. Fuente: IRTA, 2019.



CUADRO II. PRINCIPALES TIPOS DE PRECOCIDAD DE LAS VARIEDADES DE SOJA EN NUESTRAS ZONAS DE CULTIVO Y LATITUD. FUENTE: IRTA.

Tipo de precocidad	Ciclo a madurez	Fecha de siembra recomendable
000	Extraprecoz	Exclusivo para siembras marcadamente muy tardías
00	Muy precoz	Adecuado para siembras tardías o de 2ª cosecha
0	Precoz	Adecuado a la mayor parte de siembras de mayo a medio junio
I	Medio	Siembras durante el mes de mayo
II	Tardío	Siembras precoces de mitad de abril a primeros de mayo
III y superiores	Muy tardío	Siembras especialmente precoces

prestar atención asimismo a determinadas características específicas de cada variedad, entre las que merecen destacarse las siguientes:

- Resistencia al encamado. Reduce el riesgo de esclerotinia y otras infecciones fúngicas y facilita la recolección mecánica.
- Poca susceptibilidad a la dehiscencia de las vainas. Disminuye el riesgo de pérdidas de grano en la recolección o por episodios climatológicos adversos antes de esta.
- Altura de inserción de la 1ª vaina. Disminuye la pérdida de grano en la recolección al quedar por encima de la barra de corte de la cosechadora.
- Elevado contenido en proteína del

grano cuando la producción se destina a consumo humano.

Al inicio de este artículo se hacía referencia a rendimientos productivos medios del cultivo de la soja de entre 2,5 y 3,5 t/ha tanto en España, como en países próximos con condiciones agroclimáticas parecidas. Sin embargo, los niveles de productividad mostrados en diversos ensayos de valoración de nuevo material vegetal de esta especie inducen a pensar que esos rendimientos medios pueden ser claramente mejorables y que el potencial productivo del cultivo en nuestras condiciones es claramente superior. Si bien es cierto que los rendimientos obtenidos en microparcelas experimentales son siempre superiores a los obtenidos

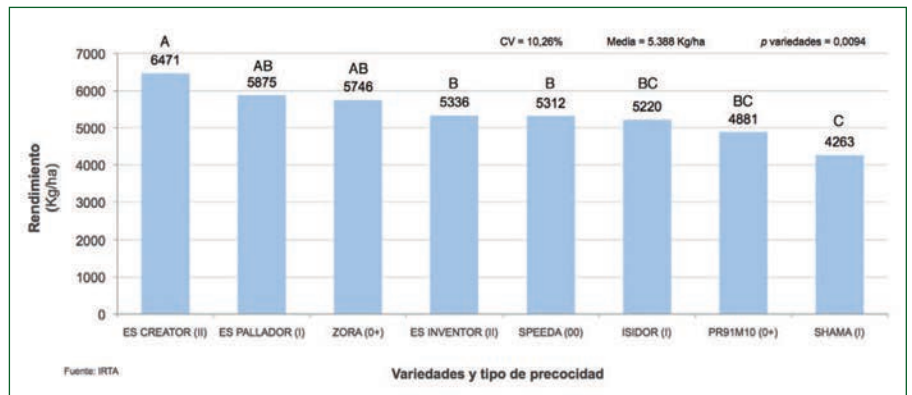


En la mitad derecha soja con la semilla inoculada. En la mitad izquierda soja con la semilla sin inocular, en la que se aprecia falta de nitrógeno en la intensidad de la coloración de las plantas.

Ensayo IRTA de nuevas variedades de soja en los regadíos del valle del Ebro.

en campos comerciales bajo condiciones similares, esa diferencia no deja de suponer de un 10% a un 20% como máximo. Hecha esta corrección en el caso más desfavorable, los rendimientos potenciales obtenidos en ensayos suponen producciones comerciales de 3.500 a 5.000 kg/ha. Ese potencial productivo superior estaría pues presente en el nuevo material vegetal de soja y el camino para lograr su máxima expresión parece pasar por la mejora de las técnicas de cultivo empleadas en la producción. En especial, hay que consolidar en base a trabajos de experimentación y experiencias de cultivo, la adecuada adaptabilidad de las distintas variedades y tipos de precocidad a las diversas combinaciones de fechas de siembra y condiciones propias de cada zona. Asimismo, hay que concretar mejor el correcto equilibrio entre el autoabastecimiento en nitrógeno de la propia planta y el potencial aporte fertilizante complementario para asegurar que los elevados requerimientos de la soja en este macronutriente estén cubiertos satisfactoriamente. Por último, y a la espera de mayores problemas de tipo fitopatológico que los actualmente existentes a medida que el cultivo pueda extenderse en superficie, el control eficiente de especies infestantes en el cultivo se muestra asimismo como manifiestamente mejorable, no tanto por la eficacia de los actuales

FIG. 5 Ensayo de evaluación de nuevas variedades de soja en los regadíos del valle del Ebro. Resultados de producción en kg/ha de grano seco. Campaña 2018. Fuente: IRTA, 2019.



desherbantes autorizados en el cultivo, sino más bien por la marcada falta de competitividad de la soja ante otras especies que puedan competir con ella por recursos hídricos y nutricionales. Como referencia de rendimientos obtenidos con variedades de soja actuales en los regadíos del valle del Ebro, la **figura 5** muestra las producciones medias obtenidas en uno de los ensayos de evaluación de nuevo material vegetal de soja que el IRTA llevó a cabo durante la campaña 2018. Las variedades evaluadas lo fueron con criterios de representación de tipologías de precocidad diferenciada, y la fecha de siembra fue el 10 de mayo. La producción media del ensayo fue de 5.388 kg/ha de grano de soja seco al

13% de humedad, oscilando los rendimientos medios de las distintas variedades entre 4.263 y 6.471 kg/ha. Este ensayo mostró significación en las diferencias entre el comportamiento productivo varietal y en él se vieron diferencias de productividad significativamente superiores en variedades de tipo de precocidad superior (Tipo II). El resto de material vegetal ensayado apenas mostró diferencias significativas entre sí. El encaje satisfactorio que parecen tener variedades de tipo II y probablemente superiores en fechas de siembra de abril y mayo, habituales en nuestros regadíos, hace pensar en objetivos de productividad para esa zona que deberían situarse con cierta comodidad entre los 4.000 y 4.500 kg/ha. ■