

## Aspectos principales para una correcta elección y manejo de una variedad de soja (Glycine max)



Ing. Agr. (Esp) Rubén Toledo.  
Cereales y Oleaginosas, FCA, UNC



@sojaenmultimedia

Existen una serie de aspectos de manejo agronómico para el cultivo de soja, que, si bien no deben ser tomadas como una “receta”, sirven para cumplir el objetivo de un adecuado establecimiento de la planta, y que permitirá el uso más eficiente de los recursos disponibles. Ahora bien, el ambiente (tanto geográfico como la fecha de siembra (FS)) define el desarrollo y crecimiento del cultivo, y por ende la respuesta productiva del Grupo de Madurez (GM) sembrado.

### ELECCIÓN DEL AMBIENTE

Para tener un correcto conocimiento del ambiente, algunas pautas a considerar son:

Características abióticas:

- Agua (régimen de precipitaciones, agua inicial, napa freática)
- Temperatura.
- Fotoperiodo.
- Radiación.
- Edáficas (serie capacidad de uso).
- Capacidad de almacenamiento de suelo.
- Capacidad exploratoria de raíces.
- Características físicas y químicas.

Características bióticas:

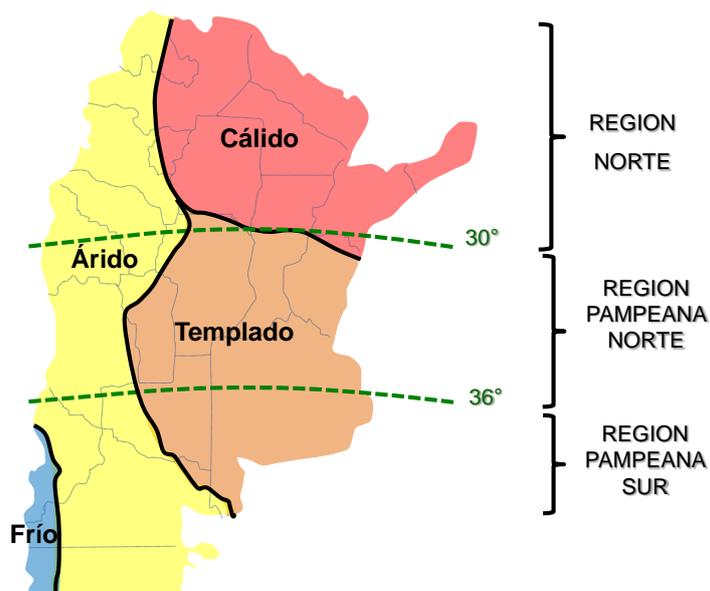
- Enfermedades.
- Plagas.
- Malezas.

Si hablamos de ambiente, debemos conocer que en Argentina se pueden encontrar cuatro tipos generales de clima (Figura 1), dónde la siembra de soja se concentra entre los climas cálidos y templados; a su vez se puede mencionar que en función del período libre de heladas existen **tres zonas productivas**:

**Región Norte** (al norte de los 30° LS): con suelos franco arenosos y limosos (oeste) y arcillosos (este).

**Región Pampeana Norte** (entre los 30 y 36° LS): con suelos arenosos a franco arenosos (oeste), y arcillosos (este).

**Región Pampeana Sur** (al sur de los 36° de LS): con suelos arenosos (oeste) y francos hacia (este), donde ambos pueden presentar tosca. (Figura 1)



**Figura 1:** Representación de los cuatro tipos generales de clima y las tres zonas de producción en Argentina.

## ELECCIÓN DEL GM

Los cultivares comerciales se aglutinan en GM o grupos de precocidad, Este agrupamiento se basa fundamentalmente en la **duración de la etapa de emergencia a floración**, no solo dado entre los GM sino dentro del mismo GM, y explicaría la distribución geográfica de los genotipos en el área de producción. En Argentina, la utilización de un GM con un determinado largo de ciclo, va a depender de la latitud donde se siembre, ya que cada GM tiene un comportamiento medio en una **banda latitudinal de adaptación promedio** (Fig. 2)

Si un GM se lo **siembra** en una **franja inferior** a la que le corresponde (hacia el sur) se alarga su ciclo, es decir, a **mayor latitud**, habrá mayor **atraso en el inicio de su floración**, se retrasará el inicio del llenado de granos, lo que puede ser interrumpido por heladas tempranas. Si el mismo GM se lo siembra en una **franja superior** a la que está adaptado (hacia el norte), se comporta como un GM de menor ciclo, es decir, siembras a menores latitudes, **el inicio de floración se anticipa**, y genera reducción del tamaño de la planta, que generará un menor rendimiento.

Por ejemplo, si un GM V largo se lo siembra en la franja del GM III largo, se alarga su ciclo con respecto a lo que ocurre en su franja de adaptación correspondiente; si se lo siembra en la franja del GM VIII, el ciclo del GM V largo se acorta.

Debemos recordar que, sin estrés hídrico ni nutricional, los factores que influyen en el desarrollo son la temperatura y el fotoperíodo. Desde el centro del país **hacia el norte** es mayor la influencia de la **temperatura**, y del centro **hacia el sur** es mayor la del **fotoperíodo**. Es decir, **hacia el sur** los genotipos sembrados son de **GM menores**, dado que son GM con "menor sensibilidad" al fotoperíodo; y a medida que nos desplazamos **hacia el norte**, es mayor el efecto de la temperatura, lo que motivaría a utilizar variedades de **GM mayores** de mayor ciclo para "contrarrestar" dicho efecto sobre el desarrollo, además recordemos de que cuanto más alto el GM son más "sensibles" al fotoperíodo. (Fig. 2)

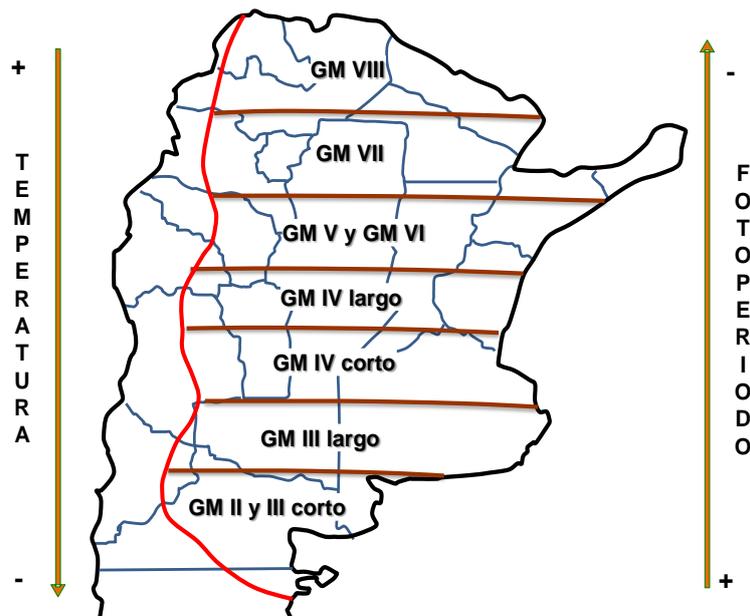


Figura 2: Representación de las franjas latitudinales de adaptación de GM.

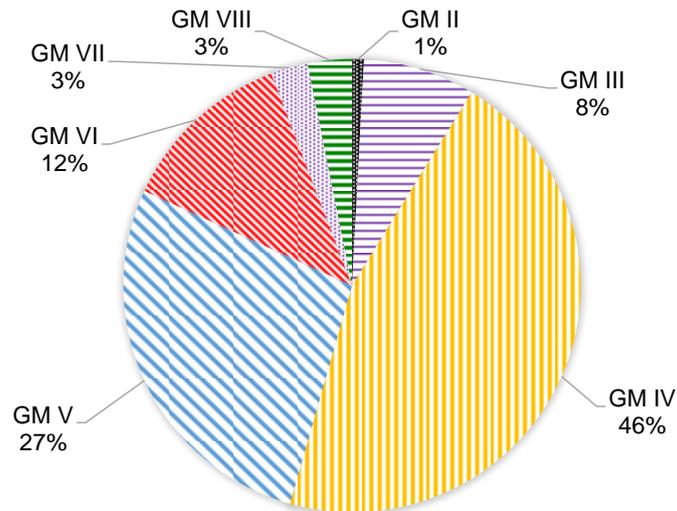
### Características de los GM menores.

- De ahora en adelante serán denominados así a los **GM II, GM III, GM IV, GM V corto**.
- A menor GM (menor largo de ciclo) mayor es su “sensibilidad” a la **temperatura**.
- Son de **alta productividad**, cuanto menor es el GM y mejores son las condiciones ambientales (alta disponibilidad de recursos), mayor es el rendimiento.
- A menor GM mayor **inestabilidad productiva** ante cualquier deficiencia u estrés ambiental.
- Menor denominación del GM, **menor es su longitud de ciclo**.
- Son de **HC indeterminado**.

### Características de los GM de mayores

- De ahora en adelante serán denominados así a los **GM V largo, GM VI corto, GM VI largo, GM VII y GM VIII**.
- A mayor GM (mayor largo de ciclo) mayor es su “sensibilidad” al **fotoperíodo**.
- Son de **moderada productividad**, cuanto mayor es el GM, es mayor su adaptación a limitantes de recursos ambientales.
- A mayor GM mayor **estabilidad productiva** ante cualquier deficiencia u estrés ambiental.
- Mayor denominación del GM, **mayor es su longitud de ciclo**.
- Son de **HC indeterminado y HC determinado**, en GM V y VI la mayoría de las variedades son indeterminadas, y dentro del GM VIII la mayoría son determinadas.

Con respecto a los GM más utilizados en Argentina, de las 14.920.053 de has, se destacó principalmente la siembra del **GM IV** (46%) en 2<sup>do</sup> orden aparece el **GM V** (27%) muy atrás en este “ranking” aparece el **GM VI** como 3<sup>era</sup> opción (12%). En el país es muy reducido la siembra de los GM extremos. (Fig. 3)



**Figura 3:** Porcentaje de GM sembrados en Argentina en la campaña 2019/2020. Modificado de SISA, (2020)

Específicamente con respecto a los GM sembrados según la región geográfica, se puede mencionar como primera generalidad: a) que a medida que nos desplazamos hacia el norte del país aumenta el GM sembrado, tanto para sojas de 1<sup>era</sup> como sojas de 2<sup>da</sup>. b) que en sojas de segunda el rango de GM sembrados en el país es mayor (GM II al VII), mientras que para sojas de primera se siembra entre GM IV al VI. c) que a medida que se atrasó el momento de siembra, la tendencia es aumentar el GM (en el norte del país) y disminuir el GM (hacia el sur del país) ([Bolsa de cereales de Buenos Aires, 2020](#))

Hay que tener en cuenta algunas características como:

- ✓ **Vuelco:** se expresa con relación directa a las condiciones ambientales. **Los GM mayores** son los **más proclives al vuelco**, aunque dentro de cada GM puede encontrarse diferencias significativas entre cultivares; por ello la modificación de la FS, la densidad de siembra y el espaciado entre surcos, son prácticas de manejo recomendables para reducir dicho “problema”. A su vez el excesivo desarrollo de la planta suele verse reducida en lotes con limitaciones físico-químicas, o en situaciones de estrés ambiental.
- ✓ **Calidad de semilla:** Los **GM menores** son los más susceptibles al deterioro de calidad, debido a que su maduración es más temprana en siembras anticipadas, y son sometidas a mayores temperaturas aumentando la posibilidad de deterioro del grano, además es destacable señalar que a mayor tamaño de grano -característica de los GM bajos- es más proclive al deterioro en su calidad física.

## ELECCIÓN DE LA FS

*Lo que a continuación se detalla son planteos teóricos, y deben ser adaptados a cada situación ambiental tanto geográfica como a nivel de lote.*

En cualquier ambiente productivo se debe identificar la **FS óptima**, y para aprovechar esa condición, se sembraría el GM que nos asegure una mayor productividad, y en este caso siempre se habla de los **GM menores**, siempre y cuando estén adaptados a ese ambiente.

La elección de la FS es una de las prácticas agronómicas de mayor importancia en el manejo del cultivo, ya que determina el ambiente que explorará, lo cual repercute en la

duración del ciclo y en la capacidad de interceptar radiación solar, determinando consecuentemente la producción de biomasa total y el rendimiento. (Otegui y López Pereira, 2003) Al hablar de FS óptima, se hace referencia a aquella que asegure un adecuado desarrollo y crecimiento, tratando de ubicar el período crítico del cultivo con la menor ocurrencia de estrés térmico y/o hídrico. (Baigorri, 1997)

Cabe recordar que en Argentina el cultivo tiene dos comportamientos diferenciales:

- ❖ Los GM cuya tendencia es la **mayor productividad** (GM II > GM III > GM IV > GM V corto) tienen altas exigencias a las condiciones ambientales y de manejo, y antes situaciones de estrés son **inestables** en su respuesta productiva, cuanto menor el GM, menor el ciclo y mayor el efecto negativo del estrés sobre el rendimiento.
- ❖ Los GM cuya tendencia es la **mayor estabilidad** (GM VIII > GM VII > GM VI > GM V largo) cuanto mayor es el ciclo mayor adaptación a situaciones o condiciones más estresantes, basado en la estructura de planta, y su mayor longitud de etapas -característico de estos GM-

*Recuerde: La temperatura y el fotoperiodo siempre están presentes, influyendo sobre el desarrollo.*

#### **REGION PAMPEANA SUR** (al sur de los 36° de latitud sur)

La ventana de siembra se ubicaría entre **noviembre y diciembre**. En sojas de primera se utilizaría **GM IV**, y a medida que se atrasa el momento de siembra mejoran las condiciones ambientales, y para sojas de segunda se sembraría **GM IV corto, GM III y/o GM II** según el ambiente geográfico. Siembras tardías de diciembre, aumenta la probabilidad de heladas tempranas, con riesgo para el cultivo hacia finales de su ciclo. (Fig. 4)

GM	Fecha de siembra				
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
II – III					
IV corto					
IV largo					

**Figura 4:** FS y GM recomendados para la Región Pampeana Sur. Modificado de Baigorri, et al., 1997

***En la Región Pampeana Sur a medida que se atrasa la FS disminuye el GM utilizado.***

#### **REGIÓN NORTE** (por encima de los 30° de latitud sur)

La ventana de siembra se extendería desde **2<sup>da</sup> quincena de septiembre hacia la 2<sup>da</sup> quincena de enero**, pudiendo llegar a sembrarse en febrero.

En sojas de primera se utilizaría **GM V** y/o **GM VI**, y a medida que se atrasa el momento de siembra comienzan a desmejorar las condiciones ambientales (principalmente

estrés térmico) lo que determina que en sojas de segunda se siembren **GM VI, GM VII y/o GM VIII.** (Fig. 5)

GM	Fecha de siembra				
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
V		█			
VI		█			
VII			█		
VIII				█	

**Figura 5:** FS y GM recomendados para la Región Norte. Modificado de Baigorri, et al., 1997

***En la Región Norte a medida que se atrasa el momento de siembra aumenta el GM sembrado.***

### **REGIÓN PAMPEANA NORTE** (entre los 30° y 36° de latitud sur)

La ventana de siembra se ubicaría entre la **2<sup>da</sup> quincena de octubre y 1<sup>er</sup> quincena de enero**; si el ambiente lo permite (mayor fertilidad química y física del suelo, mayores precipitaciones, riego o presencia de napa, etc) se siembra como soja de primera **GM III o GM IV corto** (SE de Córdoba); lo más común es la utilización del **GM IV largo y/o GM V corto** principalmente en noviembre (centro-norte de Córdoba). En diciembre y FS más tardías lo recomendable es ir subiendo hacia el **GM V largo y GM VI**, este último, en mayor medida, en aquellas condiciones ambientales de baja calidad, sometidos a alto estrés ambiental, haciendo la salvedad que el atraso de siembra hacia la 2<sup>da</sup> quincena de enero, es arriesgada la siembra de GM altos, por probable ocurrencia de una helada temprana que “corten” el ciclo. (Fig. 6)

GM	Fecha de siembra				
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
III – IV corto		█			
IV largo – V corto			█		
V largo			█		
VI				█	

**Figura 6:** FS y GM recomendados para la Región Pampeana Norte. Modificado de Baigorri, et al., 1997

***En la Región Pampeana Norte en FS óptimas se deben sembrar GM productivos, y en siembras tardías GM estables***

En síntesis, en la **Región Pampeana Sur**, influye más el **fotoperíodo**, a mayor latitud (más hacia el sur) mayor es su influencia, por eso deben utilizarse GM de menor sensibilidad a ese factor (**GM menores**).

En la **Región Norte** tiene más influencia la **temperatura**, a menor latitud (más hacia el norte) mayor es su incidencia, por eso deben utilizarse GM de menor sensibilidad a ese factor (**GM mayores**)

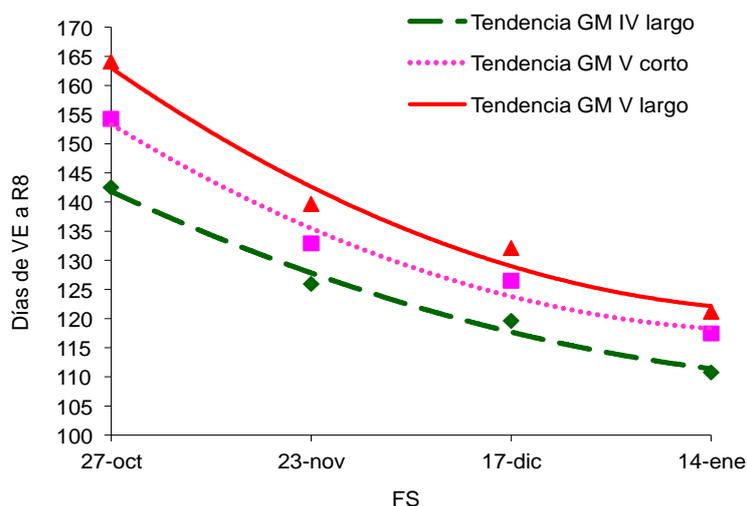
La **Región Pampeana Norte** se ubica entre las dos regiones antes mencionadas, según el momento de siembra si hablamos de una **siembra óptima** (noviembre) es mayor la influencia del **fotoperíodo**, y se utilizarán **GM menores**, y si se trata de una **siembra tardía** (fines de diciembre o enero), es mayor el efecto de la **temperatura**, sembrándose **GM mayores**.

## UN EJEMPLO LOCAL

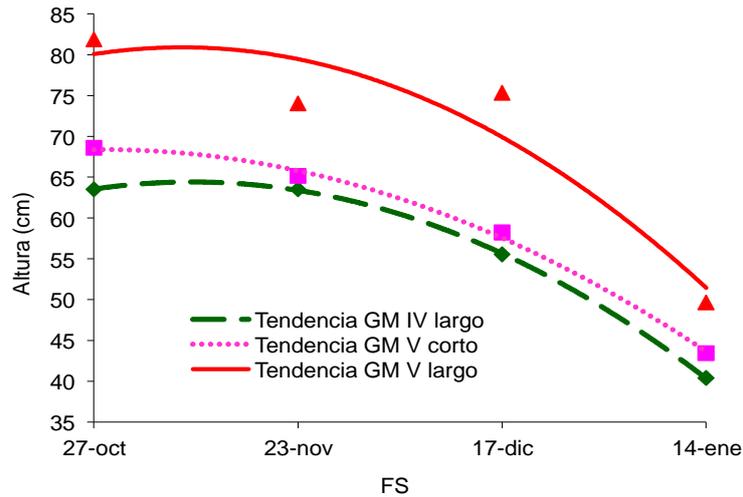
A continuación, se observa un ejemplo de comportamientos fenológicos y productivos promedios, obtenidos en un ambiente representativo de la región central de Córdoba (Región Pampeana Norte).

En la Fig. 7 se observa cómo influye la modificación de la FS sobre la **duración del ciclo**, es decir que existe una tendencia clara de reducción de la longitud, a medida que se fue atrasando el momento de siembra, y esto dado que no solo hay una reducción de la etapa vegetativa, sino que también de la reproductiva. Si se considera la FS extremas (octubre - enero) la disminución del ciclo en días para el GM IV largo fue de 23 días, para el GM V corto de 28 días y para el GM V largo fue de 32 días.

En la Fig. 8 se observa el efecto de la FS sobre la **altura en R8**, dónde los mayores registros se obtuvieron entre la **2<sup>da</sup> quincena de octubre y la 2<sup>da</sup> quincena de noviembre**, destacándose con sus registros el GM V largo por encima del resto.

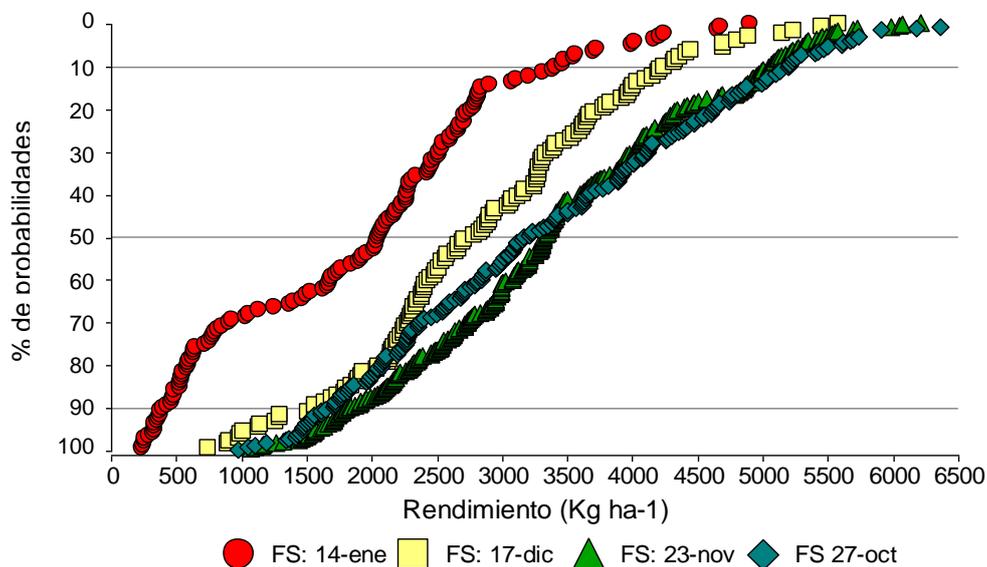


**Figura 7:** Tendencia del efecto de la FS sobre el ciclo según GM.



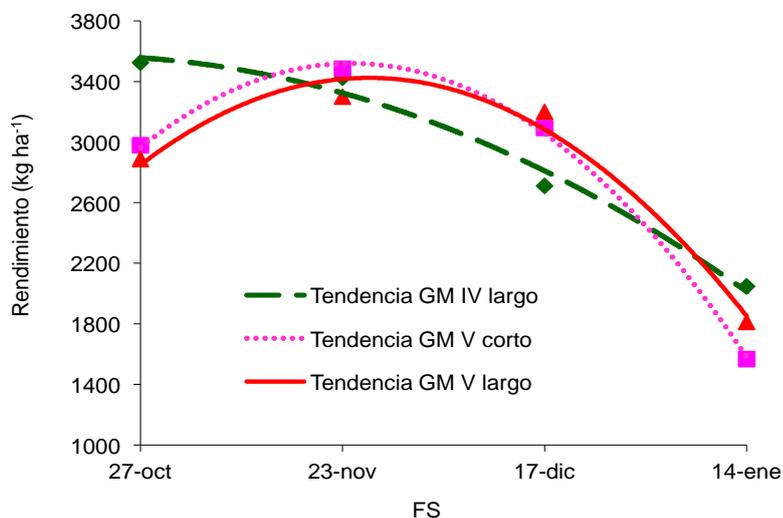
**Figura 8:** Tendencia del efecto de la FS sobre la altura en R8 según GM.

Con respecto a la distribución del rendimiento en función de la FS, se observa en la Fig.9, que la FS de enero (círculo) es la más desfavorable productivamente, con una probabilidad del 90% para obtener valores superiores a 4 qq ha<sup>-1</sup>, y una probabilidad del 10% de obtener registros superiores a 34 qq ha<sup>-1</sup>. Luego se ubica la FS de diciembre (cuadrado), dónde el 90% de los valores superaron los 15 qq ha<sup>-1</sup> y el 10% de las veces registraron valores por encima de 42 qq ha<sup>-1</sup>. La FS de octubre (rombo) y noviembre (triángulo) son los meses más favorables para obtener los mayores registros promedios, con una probabilidad del 90% de obtener rendimientos superiores a 20 qq ha<sup>-1</sup> (octubre) y 18 qq ha<sup>-1</sup> (noviembre), y de un 10% de probabilidades de registrar valores superiores a 50 qq ha<sup>-1</sup>. Fig. 9.



**Figura 9:** Distribución empírica de rendimientos según la FS en el Campo Escuela, FCA-UNC. (31°19'LS, 64°13'LV) (Campaña 2002/2003 al 2020/2021)

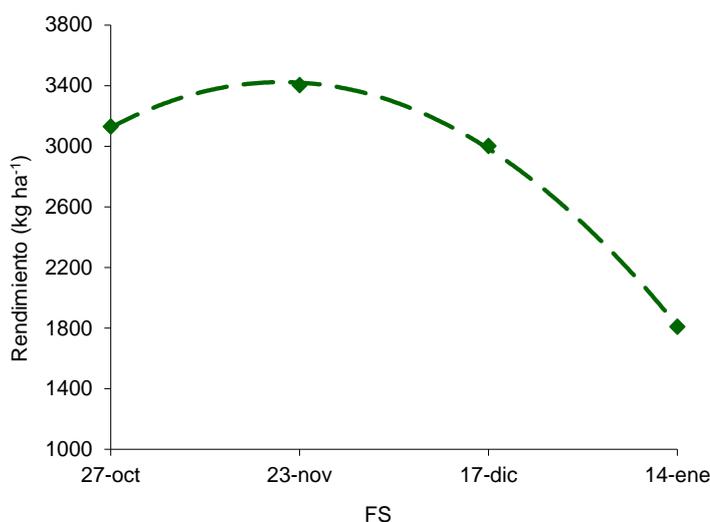
Si se evalúa el comportamiento de los GM en función de la FS, en primer lugar, existe una tendencia de **reducción de rendimiento** a medida que se **atrassa la FS** para todos los GM, y por otro lado la FS óptima se encuentra entre 2<sup>da</sup> quincena de octubre y la 2<sup>da</sup> quincena de noviembre, destacándose en esta ventana el **GM IV largo** y luego el **GM V corto**. A partir de diciembre comienza a reducirse la productividad, más marcadamente para el GM IV largo. La respuesta productiva del **GM V largo** tiene un mejor comportamiento hacia la 2<sup>da</sup> quincena de diciembre; en enero la reducción es similar para el GM V corto y GM V largo, hasta superando la caída de productividad del GM IV largo. (Fig. 10)



La respuesta productiva del **GM V largo** tiene un mejor comportamiento hacia la 2<sup>da</sup> quincena de diciembre; en enero la reducción es similar para el GM V corto y GM V largo, hasta superando la caída de productividad del GM IV largo. (Fig. 10)

**Figura 10:** Rendimientos según la FS y GM en el Campo Escuela, FCA-UNC. (31°19'LS, 64°13'LV) (Campaña 2002/2003 al 2020/2021)

Si observamos que ocurre con el promedio ambiental, claramente el **mayor rendimiento** se obtiene en la **2<sup>da</sup> quincena de noviembre**, registrándose desde el 23/11 al 17/12 una pérdida de 18,4kg ha<sup>-1</sup>, luego esa reducción promedio se acentúa, pasando a ser de 38,9 kg ha<sup>-1</sup> desde el 17/12 al 14/01. (Fig. 11)



**Figura 11:** Promedio ambiental de rendimiento según la FS y GM en el Campo Escuela, FCA-UNC. (31°19'LS, 64°13'LV) (Campaña 2002/2003 al 2020/2021)

## ELECCIÓN DE LA VARIEDAD

Las **características del cultivar** que deberán tenerse en cuenta en el momento de elegirla son:

- Potencial y estabilidad de rendimiento.
- Longitud de ciclo.
- Respuesta fenológica ante modificaciones de la FS.
- Tolerancia o resistencia frente a enfermedades y plagas.
- Vuelco.
- Calidad de semilla, etc.

Existen varios semilleros que ofrecen variedades de soja en nuestro país, algunas de ellas son:

[ACA Semillas](#)  
[Credenz Basf](#)  
[Don Mario Semillas](#)  
[Limagrain Argentina](#)  
[Nidera Semillas](#)  
[Seedcorp Ho](#)

[Bioceres Semillas](#)  
[Criadero Santa Rosa](#)  
[Illinois semillas](#)  
[Macroseed](#)  
[NK Semillas](#)

Las **denominaciones comerciales** de los cultivares se representan con letras y números, la sigla que antecede al número identifica a la empresa semillera. Con respecto a los números, en general la mayoría de las empresas utilizan 4 (cuatro) números, aunque en algunas puede figurar solo 2(dos) números. A los fines prácticos, importa conocer que el **1<sup>er</sup> número** indica el **GM**, y el **2<sup>do</sup> número** el **largo de ciclo** de la variedad dentro del GM. Esto último se explica debido a que, **en cada GM, existen variedades de ciclos más cortos o más largos**.

Algunos ejemplos de denominaciones según la empresa:

- NS 4309: **GM IV** de **ciclo corto** de Nidera semillas.
- DM 49R19 STS: **GM IV** de **ciclo largo** de Don Mario Semillas.
- ACA 5020 IPRO: **GM V** de **ciclo corto** de ACA semillas.
- MS 6.9 IPRO: **GM VI** de **ciclo largo** de MacroSeed.

Las denominaciones pueden estar acompañada con las siglas:

- RR o RG. Resistente a Round Up o Glifosato.
- IPRO: gen Bt de resistencia a insectos -Intacta-
- STS: resistencia a Ligate™, herbicida desarrollado por DuPont para el manejo de malezas de hoja ancha y gramíneas anuales.
- ENLIST: Soja Enlist E3® provee tolerancia a los herbicidas sal colina de 2,4-D con tecnología Colex-D®, glifosato y glufosinato de amonio.

Existe en Argentina la Red de Evaluación de Cultivares de Soja ([RECSO](#)), coordinada por el [INTA Marcos Juárez](#), y que evaluó durante la campaña 2020/2021 **105 variedades**:

- **GM menores** (64 variedades): **GM III corto** (6 variedades), **GM III largo** (8 variedades), **GM IV corto** (12 variedades), **GM IV largo** (20 variedades), **GM V corto** (18 variedades)
- **GM mayores** (41 variedades): **GM V largo** (7 variedades), **GM VI corto** (12 variedades), **GM VI largo** (11 variedades), **GM VII y GM VIII** (11 variedades).

## ELECCIÓN DEL ARREGLO ESPACIAL

Un adecuado manejo del **arreglo espacial** tiene como objetivo que el cultivo sea eficiente en el uso de los recursos, a través de una máxima cobertura del suelo, y mínima pérdida de agua a través de un suelo no cubierto. El arreglo espacial involucra el

**espaciamiento entre surcos (EES)** y la **densidad de siembra**. Para ello hay que tener en cuenta que el **atraso en la FS** puede generar:

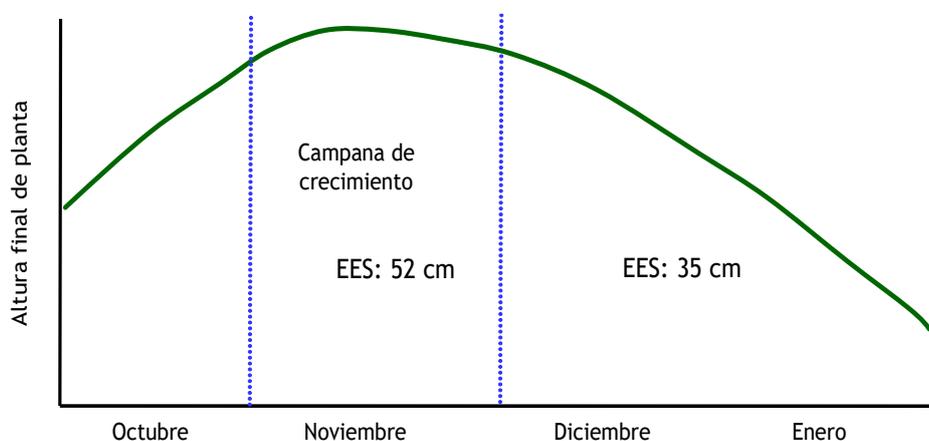
- Acortamiento del periodo vegetativo y reproductivo (ciclo total).
- Menor desarrollo de parte aérea y del sistema radicular.
- Menor número de nudos que se transforman en reproductivos.
- Atraso e ineficiente cierre de la canopia, con mayores pérdidas de agua del suelo por evaporación.

Las **variables a manejar** para reducir el efecto negativo del atraso en la FS:

- Utilizar una variedad de un GM mayor*. Esto sería lo ideal, pero es poco práctico de implementar, ya que en general el atraso se debe a falta de lluvias para poder sembrar en FS óptimas, dónde se decidió sembrar GM productivos.
- Disminuir la distancia entre hileras*. Con relación al ejemplo anterior, GM productivos que no pueden ser sembrados en FS óptimas.
- Aumentar la densidad*. En FS de siembras muy tardías con GM que han sido sembrados con menor espaciamiento entre surcos.

El atraso de la siembra influye negativamente sobre la plasticidad vegetativa y reproductiva típica de la planta, este efecto es mayor cuanto más bajo es el GM. En situaciones donde existan altas probabilidades de que la **altura final** de planta sea **inferior a 70cm**, la reducción del **EES a menos de 0,52m** mejoraría la respuesta productiva de la planta, pero sin lograr el rendimiento que se hubiere obtenido de ese GM sembrado en un ambiente con mejores condiciones (por ej. FS óptima). La disminución del EES con la misma densidad, puede disminuir la competencia entre plantas por recursos, al mejorar la distribución espacial de las mismas.

El **ajuste espacial** -espaciamiento y densidad- está dirigido principalmente a los **GM menores** cuyas estructuras se ven afectadas en FS no óptimas; dichos GM tienen la capacidad de generar altos rendimientos, pero siempre y cuando las condiciones ambientales sean las óptimas. Son de altos potenciales productivos, pero son muy inestables cuando son sembrados en épocas no recomendables. En general se utiliza en las diferentes regiones de nuestro país, un EES de **0,52m** en **FS óptima**, con reducción promedio a **0,35m** en **FS extremas** (Fig. 12). Cuanto más bajo el GM, mayor debe ser el ajuste del EES. Para los GM mayores la reducción de los entresurcos se realiza en FS tardías.



**Figura 12:** Espaciamiento entre surcos para GM menores en función de la FS

Shibles and Weber, (1965) han demostrado que un menor EES, y una mejor distribución de plantas por unidad de superficie producen una mayor interceptación de la radiación fotosintéticamente activa, que promueve un mayor índice de área foliar (IAF) en relación a un espaciamiento mayor. Board et al., (1992), determinaron que, con menores EES en siembras tardías, se logra una mayor tasa de crecimiento del cultivo (TCC) la que está positivamente relacionada con la cantidad total de materia seca en R5, un mayor número de nudos fértiles y un mayor número de vainas/nudo fértil.

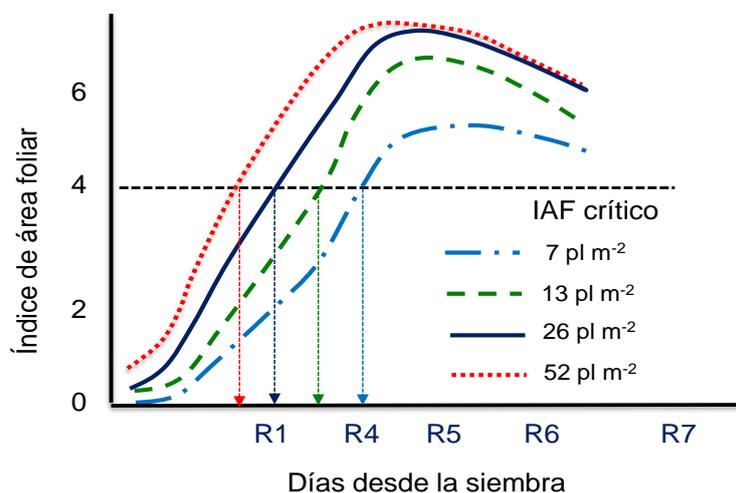
Ahora bien, ¿cuál es el EES más adecuado? Es posible que para tal pregunta no exista una única respuesta ya que en nuestro país el cultivo se realiza en una amplia área geográfica, donde conviven distintos ambientes, tipos de suelo, variedades cultivadas, disponibilidad de agua, nutrición, entre otros. Ventimiglia, (2018) determinó que hay que tener en cuenta:

- La siembra en surcos estrechos captura una mayor cantidad de radiación en un menor tiempo. Se debe aclarar que en algunas circunstancias puede haber diferencias en la captura, y esto no se relaciona directamente con el aumento de rendimiento.
- A medida que aumenta el número de plantas por unidad de superficie también lo hace el IAF. Sin embargo, este índice no siempre se correlaciona positivamente con el rendimiento.
- Un mayor ajuste del arreglo espacial beneficia en mayor medida, a aquellos cultivares de menor capacidad de ramificación, de GM bajo, etc.
- La EUA es mayor en siembras con surcos estrechos. Normalmente las líneas estrechas alcanzan en R5 una mayor cantidad de materia seca, y en consecuencia, mayor rendimiento.
- Los nutrientes de baja movilidad en el suelo, podrán ser capturados más fácilmente por las plantas, debido a que plantas más cercanas implica mayor entramado radicular.

La soja es una especie con alta plasticidad a la **densidad** de siembra, ante cualquier situación de estrés compensa con el aumento del número de ramas y vainas por planta. Sin embargo, la densidad que maximiza el rendimiento puede ser muy variable entre campañas dependiendo del genotipo, de la FS y de las restricciones hídricas y nutricionales (Kruk, et al., 2003) La **densidad óptima** es aquella que: a) Permite un buen crecimiento evitando el vuelco b) Reduce la incidencia a enfermedades y c) Asegura una adecuada inserción de las vainas inferiores, y que va a depender de:

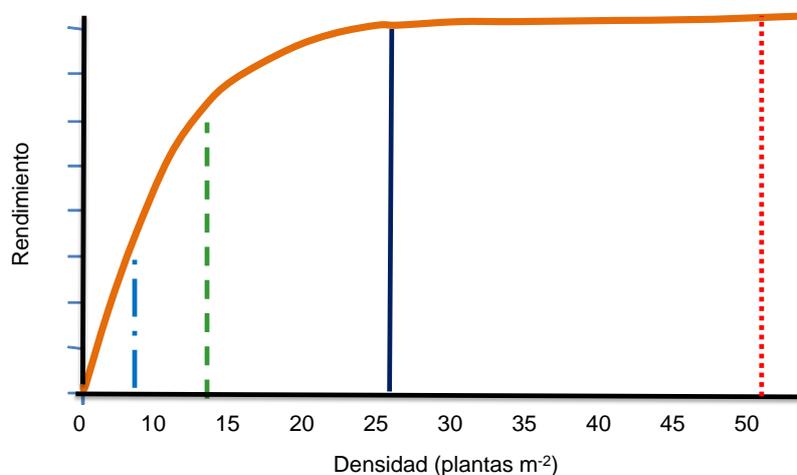
- a) La **latitud** (a mayor latitud las densidades óptimas tienden a ser mayores).
- b) La siembra en **FS tardías** (sería conveniente aumentar la densidad).
- c) Las **condiciones ambientales** (cuando el ambiente limita el crecimiento del cultivo, es necesario incrementar la densidad).
- d) Las **características del cultivar** (los cultivares con más crecimiento, ya sea por su mayor longitud de ciclo, tendencia al vuelco o altura tienen densidades óptimas menores).
- e) Del acortamiento del **EES**.

En la Fig. 13 se observa una experiencia utilizando cuatro densidades, de las cuáles con todas se alcanza el IAF crítico, pero en diferentes momentos del ciclo. A mayor densidad (52 plantas  $m^{-2}$ ) más anticipado se logra el IAF crítico y esto ocurre cercano a R1, a medida que se reduce la densidad más se tarda en lograr dicho IAF, por ejemplo, con 7 plantas  $m^{-2}$ , se alcanza iniciando el período crítico, lo que haría un cultivo con baja eficiencia para producir altos rendimientos. Lo más importante en todo esto es saber con qué densidad se lograría la mayor productividad.



**Figura 13:** Momento de ocurrencia del IAF crítico según densidad de siembra. Modificado de Kantolic, (2013)

Asociándolo con la Fig. anterior, la pregunta es: ¿Cuál es la densidad adecuada para obtener una mayor productividad? Puede ayudar para responder esta pregunta, que observemos la Fig. 14, donde con las densidades más bajas (7-13 plantas  $m^{-2}$ ) no permiten alcanzar rendimientos óptimos, por lo cual densidades menores a 15 plantas  $m^{-2}$  no sería lo recomendable. Densidades superiores a 25 plantas  $m^{-2}$  (en nuestro ejemplo 26-52 plantas  $m^{-2}$ ) no generaría diferencia en el rendimiento entre una densidad u otra; por lo tanto, se puede considerar que una densidad adecuada es aquella que se ubica entre **25** y **40 plantas  $m^{-2}$** , este número no es fijo y principalmente depende del GM y de la FS. En un año favorable y con buenas condiciones hídricas, una disminución muy pronunciada en la densidad (entre 35-55%), puede provocar mermas en los rendimientos de hasta 15-31% y 20-25% según la distribución de plantas fuera uniforme o desuniforme respectivamente. (Baigorri, 2009).



**Figura 14:** Influencia de la densidad sobre el rendimiento. Fuente: [Kantolic, 2013](#)

El uso de densidades altas en FS tardías de los GM bajos -dados por su inestabilidad-, disminuye los efectos negativos sobre el rendimiento, pero esto no compensa la pérdida de productividad ocasionada por una siembra tardía, pero sirve para mermar en parte esa disminución. Es esperable encontrar mayor respuesta al aumento de la densidad, en siembras tardías y en ambientes poco productivos, donde el cierre del canopeo antes del comienzo de los estados reproductivos críticos está más comprometido. (Vega y Salas, 2012)

*En promedio en Argentina para **soja de 1<sup>era</sup>** se siembran **66 kg ha<sup>-1</sup>**, y para **soja de 2<sup>da</sup>** son **69 kg ha<sup>-1</sup>**.*

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

Andrade, F. y Cirilo, A. (2000) Fecha de siembra y rendimiento de los cultivos. En: Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Eds: F. Andrade y V. Sadras, Buenos Aires. pp 135-150.

Baigorri, H. (2004) Criterios generales para la elección y el manejo de cultivares en el cono sur. En: Manual práctico para la producción de soja. 1<sup>ra</sup> ed. Ed: M. Díaz Zorita y G. Duarte, Buenos Aires. pp 39-77

Baigorri, H. (2009) Manejo del cultivo de Soja. En: Manual de manejo del cultivo de Soja. 1<sup>ra</sup> edición. Ed: F. Garcia, I. Ciampitti y H. Baigorri, Buenos Aires. pp 17-32.

Board, JE, Kamal, M. y Harville, BG (1992), Importancia temporal de una mayor interceptación de luz para aumentar el rendimiento en soja de hilera estrecha. Agron. J., 84: 575-579.

De la Vega, A., De la Fuente E. (2004) Elección de genotipos. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2<sup>da</sup> edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 319-345

Kantolic, A., Giménez, P. y De la Fuente E., (2004a) Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de soja. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2<sup>da</sup> edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 167-195.

Kruk, B. y Satorre, E. (2003) Densidad y arreglo espacial del cultivo. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2<sup>da</sup> edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 277-316.

Santos, D. (2011) Algunas bases para el manejo del cultivo de soja. Resumen del Quinto Congreso de la Soja del Mercosur y 1<sup>er</sup> foro de la Soja Asia-Mercosur. Mercosoja 2011, Rosario. Recuperado de: <http://www.mercosoja2011.com.ar/site/wp-content/imagenes/SANTOS-Diego.pdf>

Sistema de información simplificado agrícola (SISA) (2020). Soja 2019-2020. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inase\\_if\\_soja19\\_2020.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inase_if_soja19_2020.pdf)

Shibles, R.M. and Weber, C.R. (1965). Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Sci. 5:575–577.

Vega, Claudia y Salas G. (2012) Bases para el manejo del cultivo de soja. En: El Cultivo de soja en Argentina. Buenos Aires. Eds: Baigorri H. (in memoriam) y Salado Navarro. pp 147-162.

Ventimiglia, L. (2018). Acercar hileras de soja para incrementar la producción. Red de Innovadores Aapresid n°51. Rev. Técnica Soja, 2018. pp. 48-52. Recuperado de: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2018/10/Revista-Tecnica-SOJA-2018-w.pdf>