



**Estación Experimental Agropecuaria
Marcos Juárez**

Desarrollo y crecimiento de cultivares de soja en función de la fecha de siembra y su importancia en la recomendación de manejo

1- Efecto de la fecha de siembra sobre el desarrollo y crecimiento:

Actualmente se conocen los patrones de la evolución del desarrollo y crecimiento de los cultivares en función de la FS, para los GM recomendados de norte a sur del país y en función de su HC, según GM y FS.

- Efecto de la FS sobre el desarrollo:

A cualquier latitud, el adelantamiento de la FS incrementa la longitud del ciclo total (días de emergencia a madurez) de los cultivares, con independencia de su GM y HC; a mayor GM más importante es este incremento, debido a la mayor respuesta fotoperiódica de los cultivares de mayor longitud de ciclo.

A su vez, las diferencias en respuesta fotoperiódica entre cultivares de cada GM, determina que en las FS muy tardías (fines del mes de diciembre en adelante), los cultivares de mayor respuesta en los GM más altos, presenten menor longitud de ciclo que otros de GM más corto.

Este incremento de la longitud del ciclo total que se produce al adelantar la FS, es debido fundamentalmente al aumento de los días de emergencia a floración (R1), es decir la etapa netamente vegetativa. No obstante, en menor medida también se incrementa la duración de las etapas reproductivas, incluyendo el llenado de granos.

Es decir que al adelantar la FS, aumenta la duración del llenado de granos y se adelanta su ocurrencia, con lo que logramos disponer de mayor radiación solar y temperatura para generar más rendimiento, en condiciones hídricas no limitantes.

Cuando el régimen hídrico y el térmico, presentan importantes desvíos respecto a su situación promedio, se producen grandes modificaciones en el patrón de desarrollo de los cultivares en función de la FS. Se han observado reducciones de la longitud del ciclo de los cultivares de unos 20 días, ante la ocurrencia de períodos prolongados de estrés hídrico, durante las etapas avanzadas de llenado de granos. La ocurrencia de estrés hídrico a inicio de la floración suele producir un incremento de la longitud del ciclo. Se producen efectos aditivos entre el estrés hídrico y las altas temperaturas en la reducción del ciclo en etapas reproductivas tardías y entre alta disponibilidad hídrica y las temperaturas bajas, en el alargamiento del ciclo, durante todo el ciclo.

- Efecto de la FS sobre el crecimiento:

La altura presenta generalmente una forma de campana, con un techo entre principios del mes de noviembre y principios del mes de diciembre y reducciones de la misma tanto con el adelanto como con el atraso de la FS, respecto al rango mencionado. En todas las regiones de cultivo de Argentina,

las FS de la segunda quincena del mes de noviembre, son las que generalmente permiten alcanzar la mayor altura, a la mayoría de los cultivares de todos los GM recomendados en cada ambiente.

Cuando comparamos cultivares del mismo HC, a medida que aumentamos la longitud del ciclo la campana mencionada es generalmente más alta y presenta menor reducción de la altura, con el adelanto y atraso de la FS con respecto a la segunda quincena del mes de noviembre.

Atendiendo a los 3 HC descriptos en soja, generalmente los cultivares de HC determinado presentan menor altura, los de HC semideterminado altura intermedia y los de HC indeterminado la mayor altura, cuando comparamos cultivares de la misma longitud de ciclo en una misma FS.

Analizando la FS en la que ocurre la mayor altura en cultivares de los 3 HC y de igual longitud de ciclo, los cultivares de HC indeterminado alcanzan su mayor altura en FS más temprana, que los de HC semideterminado y éstos que los de HC determinado.

Comparando cultivares de HC indeterminado de diferente longitud de ciclo, la FS en la que alcanzan la mayor altura es más temprana y se reduce la pendiente de la reducción de la altura con el adelanto y atraso de la FS de la segunda quincena del mes de noviembre.

La juvenilidad permite que los cultivares de HC determinado y semideterminado, alcancen mayor altura y en consecuencia tengan mayor plasticidad a la FS y pueda adelantarse más la FS y ser cultivados más al norte, que los del mismo HC que no poseen esta característica.

La altura lograda por cualquier cultivar varía con las condiciones ambientales y en especial con la disponibilidad hídrica. En consecuencia, para un mismo cultivar y en un mismo lote se obtendrán campanas de crecimiento cada vez más altas, a medida que mejoran las condiciones ambientales de las campañas.

La mayor altura lograda en FS de la segunda quincena del mes de noviembre, en especial en buenos ambientes y/o campañas, puede determinar la ocurrencia de vuelco y problemas sanitarios en los cultivares de ciclo medio a largo y mejorar el crecimiento de los de ciclo corto, contribuyendo a lograr rendimientos muy altos.

El número de nudos presenta un comportamiento similar a la altura, alcanzando las mayores cantidades en las FS del mes de noviembre, en especial en cultivares de HC determinado. Los cultivares con HC indeterminado de ciclo más largo tienden a adelantar la FS en la que logran el mayor número de nudos al mes de octubre, dependiendo de la latitud y del GM del cultivar.

La evolución del vuelco en función de la FS, también presenta un comportamiento similar a la altura. Ambos depende del número de nudos y del largo de entrenudos (que alcanza sus valores máximos en las FS de principios de diciembre). Cabe destacar que el vuelco y guarda relación directa con la densidad de siembra, en especial en los cultivares de ciclo medio a largo, en las FS y en los ambientes, en los que alcanzan la mayor altura.

El conocimiento de la respuesta del número de nudos y largo de entrenudos a la FS, según las características del cultivar (GM, HC, juvenilidad, desarrollo vegetativo y tendencia al vuelco) y el ambiente, debe ser utilizado para ajustar el crecimiento de los cultivares en cada situación, de modo tal de asegurar una adecuada cantidad de biomasa vegetativa, erecta y sana.

La evolución de la producción de biomasa aérea total a cosecha (BAT) en función de la FS, depende del GM, HC, cultivar y la condición ambiental. Los cultivares de ciclo corto, generalmente alcanzan su máxima producción de BAT con la misma FS en la que logran su mayor altura, es decir en las FS del mes de noviembre y los de ciclo más largo en FS de octubre, a pesar que en dicha FS presenten menor altura.

En una FS determinada, la producción de BAT en general se incrementa con la longitud del ciclo. Entre cultivares de un mismo GM, existen diferencias importantes en la producción de BAT; además algunos cultivares pueden presentar mayor producción de BAT que otros de mayor GM.

El rendimiento presenta una relación con la FS, que depende del cultivar (GM, HC y juvenilidad) y el ambiente. En condiciones hídricas no limitantes y empleando diferentes combinaciones de cultivares y FS, según las características del ambiente, es posible incrementar el rendimiento en forma lineal con el adelanto de la FS, hasta la FS en la que ocurran heladas tardías que logren matar una cantidad variable de plantas.

La fecha en la que ocurren éstas heladas dependen de dos parámetros fijos para cada ambiente: latitud y altura sobre el nivel del mar y de otros sumamente variables en cada campaña, que determinan el régimen térmico e hídrico, la velocidad del viento y la humedad relativa. La cantidad de plantas muertas por la helada, que producirán una reducción de la productividad, dependen del GM, HC y juvenilidad del cultivar.

En las diferentes experiencias en las que se combinaron GM y FS de sur a norte del país, conducidas en ambientes con adecuada a buena disponibilidad hídrica, se lograron mayores rendimientos en FS del mes de octubre que en FS posteriores.

El GM de los cultivares con los que se alcanza el mayor rendimiento varía con la FS considerada, en FS de octubre con los cultivares del GM que funciona como ciclo más largo, en las de noviembre con los de ciclo medio y en las de diciembre con los de ciclo corto.

La pendiente del incremento de rendimiento al adelantar la FS varía entre 20 y 34 Kg/ha/día. Dicho incremento depende de las FS analizadas y de los cultivares y ambientes considerados.

La relación entre la altura y la FS es directa hasta que el cultivar en cuestión logra la producción de biomasa vegetativa (BV) óptima, una vez que la supera, la aparición de vuelco y problemas sanitarios, puede determinar que esta relación pase a ser inversa. Por este motivo, los cultivares de ciclo corto generalmente presentan relaciones directas entre altura y rendimiento y los de ciclo largo ó medio pueden presentar relación nula a inversa. Cuando las condiciones ambientales posibilitan un crecimiento exuberante de los cultivares de ciclo corto, la FS de siembra que permite lograr el mayor rendimiento se adelanta a la FS en la que se logra la mayor altura.

Cuando la condición ambiental y en especial la disponibilidad hídrica son superiores ó inferiores a lo normal, se producen modificaciones en la evolución del patrón de crecimiento del cultivo en función de la FS.

Se han observado modificaciones del patrón de la altura en un suelos poco profundos ó con baja capacidad de almacenaje de agua, ante la ocurrencia de estrés hídrico, acható la característica campana y reduciendo la diferencia de altura entre FS. Además en ambientes de excelente calidad, en lo referente a suelo (clase de capacidad de uso Y) y disponibilidad hídrica (precipitaciones y aporte de napa freática), determinó que en las FS de principios del mes de octubre, no se observara la típica reducción de altura de los cultivares de GM V indeterminados manifestando altos niveles de vuelco) y posibilitó que los cultivares de ciclo más corto (GM III y IV) alcanzaran los mayores rendimientos.

Los cultivares de ciclo más corto tienen índices de cosecha de entre 50 y 60% y los de ciclo más largo entre 40 y 50%, en FS tempranas a óptimas. En una FS determinada, el IC presenta generalmente una relación inversa con la longitud del ciclo de los cultivares. Además se observa una tendencia creciente del IC con el atraso de la FS, de menor importancia en los cultivares de ciclo más corto y que crece en forma importante a mayor longitud de ciclo, en especial en las FS posteriores al 15 de diciembre.

2- Etapas de la producción de soja asociadas a la combinación de GM y FS

La producción de soja puede ser dividida en 4 etapas, referidas a la generación ó determinación de:

- 1- Biomasa vegetativa.
- 2- Rendimiento.
- 3- Calidad física del grano y
- 4- Valor del grano.

La producción de **biomasa vegetativa (BV)**, depende de 2 componentes, la duración de la etapa de emergencia a R5 y de las condiciones ambientales ocurridas durante esta etapa. Dichos componentes están condicionados por el GM, HC, juvenilidad, ambiente y FS.

Los cultivares que funcionan como ciclos cortos a cualquier latitud, son los que presentan mayores limitaciones para alcanzar niveles adecuados de BV. Los cultivares indeterminados de GM III y IV, que funcionan en la Región Pampeana Norte como cultivares de ciclo corto, producen la mayor cantidad de BV en la etapa de R1 a R5 y presentan una relación directa entre la tasa de crecimiento del cultivo en esta etapa y el rendimiento.

En cambio los cultivares de GM V al VII, que se comportan como de ciclo medio a largo en esta Región, producen generalmente mayor cantidad de BV que los anteriores y la mayor proporción de la misma en la etapa de emergencia a R1. Además debido a que tienen más tiempo para generar una adecuada cantidad de BV, el rendimiento guarda relación más estrecha con la disponibilidad hídrica durante el llenado de granos.

Una adecuada elección del cultivar por GM, HC, juvenilidad y de su manejo en FS y espaciamiento, en función del ambiente, permiten lograr un adecuado control de la primera etapa, es decir una adecuada producción de BV. y contribuye a diversificar el riesgo de ocurrencia de estrés hídrico durante el llenado de granos.

En situaciones con disponibilidad hídrica no limitante, el **rendimiento** depende de la cantidad de BV producida y del índice de cosecha (IC) del cultivar. Los cultivares de ciclo más corto tienen índices de cosecha mayores que los de ciclo más largo.

En consecuencia, el manejo del cultivo debe estar orientado a asegurar una adecuada producción de BV de los cultivares de ciclo corto y a evitar el excesivo crecimiento de los de ciclo más largo y a incrementar su productividad. En definitiva el manejo debe contribuir a lograr una producción de BV, en cantidad adecuada, erecta y sana y transformar la mayor cantidad de la misma en rendimiento.

En ambientes con buena disponibilidad hídrica, se prioriza el ajuste entre la duración y la tasa de llenado de granos. Por ejemplo en un ambiente de alta calidad y con adecuada disponibilidad hídrica, sobre una situación de referencia, en la que se obtienen 40 q/ha de rendimiento con una duración del llenado de granos de 40 días, se plantea en primer lugar incrementar el rendimiento en 10 q/ha, mediante dos estrategias:

- 1- Mantener duración del llenado de granos e incrementar la tasa del mismo, ó
- 2- Mantener la tasa de llenado de granos e incrementar su duración.

Además se podría plantear un objetivo aún más ambicioso:

- 3- Incrementar la productividad en 20 q/ha, aumentando la tasa y la duración del llenado de granos.

Una adecuada combinación de cultivares de diferente GM en diferentes FS, contribuye a diversificar el riesgo de ocurrencia de estrés hídrico durante el llenado de granos. Es recomendable usar todas las combinaciones de cultivares de diferente GM y FS, ajustando su crecimiento con calidad del lote y espaciamiento entre surcos, para diversificar la fecha de ocurrencia del llenado de granos.

En la Región Pampeana Norte, es posible sembrar cultivares de GM III al VII y combinando la elección de los mismos con FS de principios del mes de octubre a principios del mes de diciembre, se pueden lograr duraciones del llenado de granos entre 44 y 60 días y diversificar riesgos, instalando esta etapa tan importante desde el mes de diciembre y hasta el de abril. Según la combinación de GM y FS elegidas y la ocurrencia de las precipitaciones, será la combinación más favorecida en productividad.

Es importante la cantidad de precipitaciones, pero es más importante la distribución de las mismas, en especial en los meses con mayor evapotranspiración (diciembre a marzo).

Además cabe destacar que una combinación de GM y FS, de escasa altura (un GM III con FS de principios del mes de octubre), puede alcanzar la mayor productividad de la campaña cuando cuenta con disponibilidad hídrica más oportuna que el resto. Por ejemplo, buenas precipitaciones entre los meses de octubre y mediados de enero, seguida de una intensa sequía hasta mediados del mes de marzo. Estos resultados se verían mejorados en el caso que se haya incrementado el crecimiento, a partir de un lote de alta calidad y la reducción del espaciamiento entre surcos.

El conocimiento del efecto de la FS sobre el crecimiento de los GM elegidos en un ambiente determinado, permite lograr una altura adecuada de cultivo en un amplio rango de FS. En la medida en que la producción de biomasa vegetativa supera el óptimo, es posible reducir la longitud del ciclo para la misma FS, a los efectos de incrementar la partición de la producción de biomasa aérea total al grano ó adelantar la FS del mismo cultivar para lograr mayor productividad.

En los ambientes en los que la disponibilidad hídrica está asegurada ó en los que generalmente es adecuada, se prioriza el ajuste de la duración y la tasa del llenado de granos, para asegurar un alto rendimiento. Esto se logra con FS tempranas y/o reduciendo la longitud del ciclo de los cultivares en uso, adelantando la FS al mes de octubre para los cultivares de mayor longitud de ciclo elegidos y destinando los de ciclo más corto a la FS del mes de noviembre.

Cuando la probabilidad de ocurrencia de estrés hídrico es alta, se debe priorizar la diversificación de la ubicación del período crítico, utilizando todas las combinaciones de GM y FS que permiten alcanzar adecuadas productividades en campañas con disponibilidad hídrica adecuada, asignando la mayor superficie de siembra a las más recomendables. De este modo es posible distribuir el llenado de granos entre los meses de enero a marzo en la Región Pampeana Sur, entre los meses de diciembre y abril en la Región Pampeana Norte y entre los meses de noviembre y mayo en la Región Norte.

La **calidad física del grano** depende de las condiciones ambientales durante el llenado de granos, en especial en la etapa final del mismo y hasta que ocurre la cosecha. La combinación de cultivares de diferente GM en diferentes FS, permite diversificar además la ocurrencia del período crítico, para la calidad de semilla. En la Región NEA, es frecuente la ocurrencia de temporales entre los meses de marzo y abril, por tal motivo, con la combinación de GM y FS, se instala el período de cosecha en forma previa ó posterior a la mencionada.

El **valor del grano** generalmente sufre una caída entre el mes de enero y el de mayo. En el norte de Argentina es posible iniciar la cosecha en el mes de enero y extenderla hasta el mes de mayo ó junio. En consecuencia las diferentes combinaciones de GM y FS, logran precios diferentes de grano, según la fecha de cosecha y las cotizaciones de cada campaña.

3- Recomendación de elección y manejo de cultivares por regiones de cultivo:

En función del período libre de heladas, la Región Norte de Argentina es la que más combinaciones permite utilizar de GM y FS y es la que presenta el período más amplio de cosecha; se siembran cultivares de 6 GM (GM IV al IX), a lo largo de 6 meses de siembra (agosto a enero) y con 6 meses de cosecha (enero a junio).

En la Región Pampeana Norte es posible utilizar cultivares de 5 GM (III al VII), en 4 meses de siembra (mediados de setiembre a mediados de enero), con 4 meses de cosecha (febrero a mayo) y en la Región Pampeana Sur cultivares de 3 GM (GM II al IV), en algo más de 2 meses de siembra (fines del mes de octubre a principios del mes de enero) y con un mes y medio de cosecha (marzo a mediados de abril).

Para elaborar programas de siembra es necesario considerar la variabilidad entre campañas de la relación del rendimiento con la FS y la longitud del ciclo de los cultivares en uso. El rendimiento presenta una tendencia lineal y creciente con el adelanto de la FS. La FS en la que se alcanza el mayor rendimiento se adelanta de sur a norte del país, en la medida que se incrementa el período libre de heladas.

La información experimental disponible, indica que en el extremo sur del actual área de producción sojera de Argentina (sudeste de la provincia de Bs.As.), los mayores rendimientos se obtienen con FS de fines del mes de octubre y en el extremo norte del país con FS de principios del mes de setiembre.

Si analizamos para la región central del país, la evolución del rendimiento en función de la FS a partir del momento en el que se alcanzan los mayores rendimientos, por ejemplo desde el 1 de octubre y hasta fines de enero, ante diferentes situaciones hídricas, tanto en cantidad como distribución durante el ciclo de cultivo, pueden obtenerse diferentes relaciones.

La relación es lineal y decreciente a tasa constante, en ausencia de estrés hídrico durante todo el ciclo de cultivo. Por debajo de dicha tendencia potencial existen en primer término, numerosas relaciones lineales y decrecientes, con menor nivel de rendimiento a medida que se incrementa la intensidad del estrés hídrico, cuando el mismo se presenta entre los meses de febrero y marzo. En consecuencia el rendimiento es menor mientras más tardía es la ocurrencia del llenado de granos.

No obstante dicha relación puede no ser lineal, cuando el estrés hídrico se presenta más temprano, en los meses de diciembre y enero, afectando en mayor medida el llenado de granos de las FS del mes de octubre con cultivares de todos los GM y alcanza las mayores productividades con cultivares de ciclo medio a largo en FS de fines del mes de noviembre.

Las FS a partir del 15 de diciembre generalmente presentan menor rendimiento que las del mes de noviembre, independientemente de la cantidad y distribución de las precipitaciones, debido a que se reducen todos los parámetros de desarrollo y crecimiento del cultivo. En estas FS tardías la reducción del rendimiento puede ser superior a los 30 Kg/ha por cada día de atraso de la FS, pudiendo alcanzar valores de 50 Kg/ha/día ó mayores cuando se combinan diferentes factores de estrés, tales como el hídrico con heladas tempranas, que afectan ó interrumpen el llenado de granos.

Otra relación observada entre el rendimiento y la FS, en el área centro-oeste de la Región Pampeana Norte, presenta los valores máximos de rendimiento en FS de principios del mes de octubre con cultivares de ciclo corto, valores mínimos en las FS de fines del mes de octubre y principios del mes de noviembre y valores intermedios con cultivares de ciclo medio a largo en FS de principios del mes de diciembre y se presenta con estrés hídrico de alta intensidad en los meses de enero y febrero.

Las diferentes relaciones que pueden llegar a obtenerse en el mismo lote de producción, entre el rendimiento y la FS, de acuerdo a la cantidad y distribución de las precipitaciones en diferentes campañas, debe ser tenido en cuenta al momento de elaborar los programas de siembra.

El cultivar con el que se logra el mayor rendimiento no siempre es el mismo en todas las FS, este varía dependiendo de su potencial de rendimiento, de su ciclo y las condiciones ambientales durante el llenado de granos.

Las relaciones entre el rendimiento y la longitud de ciclo de los cultivares, puede presentar relaciones directas, indirectas ó no presentar relación a niveles altos medios ó bajos de rendimiento. El largo de ciclo con el que se logra el mayor rendimiento varía entre campañas para un mismo lote y con el lote para una misma campaña.

Los cultivares de ciclo corto alcanzan mayor rendimiento en las FS y los ambientes en los que logran el mayor crecimiento, en las FS del mes de noviembre y campañas con buena disponibilidad hídrica y los de ciclo más largo en las FS y ambientes en los que los cultivares de ciclo corto sufren reducciones en su crecimiento, FS de octubre y ambientes con menor disponibilidad hídrica ó grandes limitaciones edáficas.

- Caracterización del ambiente de producción:

Para elegir y manejar cultivares es necesario disponer en primer lugar con una adecuada caracterización del ambiente de producción, ya que esto define el crecimiento del cultivo y determina cuales son los GM más adaptados y su manejo para obtener las mayores productividades. Además

las características sanitarias del ambiente determinan cuáles son los cultivares más recomendables de cada GM.

En función de los factores más limitantes de cada uno de ellos y la latitud en la que se encuentran, se deben elegir los cultivares correspondientes a los GM más adaptados y la proporción de los mismos en función de la calidad relativa de los ambientes presentes dentro de cada uno de los Grandes Ambientes de Producción.

El paulatino mejoramiento de la condición ambiental por medio de rotaciones, siembra directa, fertilización, riego, etc, incrementa el crecimiento del cultivo. Esto permite adelantar la FS y/o utilizar cultivares de ciclo más corto, que reducen los problemas sanitarios (como Sclerotinia) y el vuelco y tienen mayores posibilidades de expresar su potencial de rendimiento.

El aumento de la expectativa de rendimiento de las FS más tempranas y de los cultivares de ciclo más corto, se debe a la mayor disponibilidad de radiación solar y temperatura durante el llenado de granos, que permite producir un mayor rendimiento.

Las condiciones ambientales edáficas modifican los resultados de un cultivar en la misma campaña y las climáticas las de un cultivar en un mismo lote, en diferentes campañas.

- Orden de importancia de las prácticas de manejo de cultivares:

A partir de una adecuada caracterización del ambiente, se definen las prácticas de manejo de los cultivares, de acuerdo al siguiente orden de importancia:

- 1- Cultivar (GM, HC y juvenilidad).
- 2- FS.
- 3- Cultivar (Potencial de rendimiento y sanidad).
- 4- Espaciamento.
- 5- Densidad de siembra.

De acuerdo a las condiciones ambientales definimos los cultivares en función de su GM, HC y juvenilidad y el porcentaje a usar de cada uno de los GM elegidos.

Debido a que el GM que presentará el mejor comportamiento en cada lote y FS, puede diferir en cada campaña, por la variabilidad climática anual y particularmente por la cantidad y distribución de las precipitaciones durante el llenado de granos, la planificación anual no deberá basar el manejo del cultivo sólo en función del régimen de precipitaciones más probable, sino que además deberá repartir riesgos, aprovechando todo el espectro de FS y los GM recomendados para cada zona.

Una vez elegidos los cultivares por sus características más importantes (GM, HC y juvenilidad), se procede a definir sus nombres entre los comerciales disponibles, por su potencial de rendimiento y sanidad, priorizando ésta última característica en los ambientes en los que los problemas sanitarios son una limitante de importancia.

La oferta de cultivares en Argentina, se ha visto seriamente afectada en la segunda mitad de la década del 90, por los crecientes problemas sanitarios (tales como el Cancro del tallo) y la liberación de cultivares tolerantes a glifosato. No obstante la intensa actividad del mejoramiento genético desplegado por empresas privadas y públicas, posibilitó el rápido recambio con cultivares que dieron respuesta a las 2 demandas mencionadas.

La "Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja", dependiente del INTA desde 1980, actualiza anualmente la información referente al comportamiento fenológico, agronómico, sanitario y el rendimiento de todos los cultivares disponibles, para facilitar su elección.

El espaciamento entre surcos óptimo depende de la condición ambiental y la FS y del GM, hábito de crecimiento, altura, número de nudos y tendencia al vuelco del cultivar elegido. Cabe destacar que en las FS de noviembre pueden utilizarse las mayores distancias entre hileras

recomendables: 52 cm en las Regiones Norte y Pampeana Norte y 42 a 35 cm en la Región Pampeana Sur.

En las FS de octubre o diciembre, es mayor la necesidad de reducir las mismas para asegurar un buen cierre de entresurcos, producción de biomasa vegetativa y mejorar la control de malezas.

La densidad de siembra es la práctica de manejo menos importante y depende de todas las decisiones previas y es la encargada de dar el ajuste final a la distribución espacial de plantas. Tanto la reducción del espaciamiento entre surcos, como el incremento de la densidad de siembra son más importantes en FS muy tempranas o tardías y para los cultivares de ciclo más corto.

A continuación se presenta de sur a norte del país, las FS (agosto a enero) y calidades de ambientes (muy alta a muy baja), más recomendables para cada GM, en función de su HC. Tal como se comentó precedentemente, en este esquema es necesario definir primero las condiciones ambientales y el rango de GM mejor adaptados a las mismas, para cada planteo productivo. Además se presenta un esquema de la relación del rendimiento esperable en función de la FS y para condiciones hídricas con ligera a nula limitación hídrica, para los cultivares más adaptados por GM y HC.

- Región Pampeana Sur:

El rango de FS tradicionalmente recomendadas para la Región Pampeana Sur, se iniciaba a partir del 1 de noviembre y se extendía hasta mediados del mes de diciembre. Actualmente se ha ampliado la recomendación de las FS.

Los GM II al IV son los mejor adaptados y se recomienda aplicar un manejo que contribuya a incrementar el crecimiento de los cultivares de ciclo más corto (GM II) y a evitar la instalación de la etapa final de llenado de grano de los cultivares de ciclo más largo (GM IV), en épocas con alta probabilidad de ocurrencia de heladas (abril).

Por tal motivo se recomienda implantar los cultivares de GM II, en los ambientes de alta calidad y en FS a partir del 15 de noviembre y con el espaciamiento entre surcos más reducido posible. Además, son los cultivares que en FS tardía, se verán menos afectados por heladas tempranas.

Con los cultivares de GM III, se recomienda iniciar las siembras a partir de principios del mes de noviembre y hasta fines del mes de diciembre y con los cultivares de GM IV iniciar las siembras el 20 de octubre hasta fines del mes de noviembre.

Con reducidas a nula incidencia de estrés hídrico, las FS de fines del mes de octubre, permitieron alcanzar mayores rendimientos que las del mes de noviembre. Por tal motivo es necesario estudiar la incidencia de daños por heladas con mayores adelantos de la FS y en campañas con diferente régimen de heladas, para poder aprovechar todas las posibilidades del mayor potencial productivo de las FS del mes de octubre.

Para FS muy tardías, se recomiendan cultivares de GM III corto y II. Atendiendo a que en este rango de fenología, se están inscribiendo numerosos cultivares, se debe evaluar cuales son los que presentan la mejor combinación de producción de BV y longitud de ciclo, en siembras sobre rastrojo de trigo (entre fines del mes de diciembre y principios del mes de enero) y con espaciamientos entre surcos lo más estrecho posibles (17 cm).

En la Figura 16 se presenta, en forma esquemática, la relación entre el rendimiento en ausencia de estrés hídrico y la FS, para cultivares de GM II al IV.

- Región Pampeana Norte:

El rango de FS recomendadas para la zona central de país, se extiende entre el 15 de setiembre y el 15 de enero y se recomiendan cultivares de GM III al VII. En el caso de la soja con barbecho previo (antecesor maíz ó sorgo), se recomienda iniciar la FS de los cultivares de GM III a

partir del 15 de noviembre y en ambientes de muy alta calidad. En lo referente a la distribución espacial de plantas se recomiendan generalmente distancias entre surcos a 35 cm.

Las siembras con cultivares de GM IV, pueden iniciarse entre principios a mediados del mes de octubre, con los de mayor desarrollo vegetativo y ciclo más largo y espaciamientos entre surcos de menos de 52 cm. Las FS de los de ciclo más corto es conveniente demorarla hasta fines del mes de octubre.

En el caso de los cultivares de GM V corto los de HC indeterminado son los más adaptados a las FS más tempranas del mes de octubre, en las FS del mes de noviembre es necesario implantarlos en ambientes de menor calidad para evitar el vuelco. Con los de HC determinado, es conveniente empezar las FS a mediados del mes de octubre. Con los del GM V largo, la recomendación es similar, pudiendo destinarlos a ambientes de menor calidad que los del GM V corto y empezar las siembras a principios del mes de octubre. En el caso de los de HC semideterminado las FS pueden iniciarse en fechas intermedias entre la de los de HC indeterminado y los determinados.

Con los cultivares de GM VI, la recomendación es similar, en función de su hábito de crecimiento, pero por su mayor desarrollo vegetativo, se puede iniciar las FS más temprano y/o destinarlos a ambientes de menor calidad que los de GM V largo.

Respecto a los cultivares de GM VII, se lo utiliza en el norte de la región central y en suelos Vertisoles de la Provincia de Entre Ríos, en los ambientes de menor calidad.

Para FS sobre trigo, se recomiendan cultivares de GM IV al VI, destinando los de ciclo más corto a los mejores ambientes. Si las FS fueran posteriores al 10 de diciembre, es conveniente iniciar las FS con los de ciclo más largo y terminarlas con los de ciclo más corto, para evitar los daños de las heladas tempranas sobre los cultivares de ciclo más largo.

Como criterio general puede mencionarse que en la medida que se cuenta con mejores condiciones ambientales y se ajuste el manejo (espaciamientos y densidades de siembra), los cultivares de ciclo más corto alcanzan mayores rendimientos también en las siembras sobre trigo. Por otra parte, cuando el estrés hídrico es importante al inicio del crecimiento, los cultivares de mayor longitud de ciclo son los que logran mas rendimiento. Por tal motivo, si no está asegurada la disponibilidad hídrica es necesario diversificar con cultivares de todos los GM sugeridos, incrementando según las características ambientales del lugar, la superficie de siembra con cultivares de GM V, VI y VII.

En la Figura 18 se presenta, en forma esquemática, la relación entre el rendimiento en ausencia de estrés hídrico y la FS, para cultivares de GM III al VII.

- Región Norte:

El rango de FS recomendadas para la zona central de país, se extiende desde el 15 de agosto y hasta fines del mes de enero y se recomiendan cultivares de GM IV al IX. En el caso de las FS de primavera (agosto a octubre), se recomiendan cultivares de GM IV y V con HC indeterminado, para lograr cosechas entre los meses de enero y febrero.

En estas FS también se pueden implantar cultivares con HC indeterminado ó semideterminado de mayor longitud de ciclo, pero la fecha de cosecha puede ocurrir en los meses de marzo y abril y dependiendo de la zona y la probabilidad de ocurrencia de temporales, pueden resultar afectados en su calidad y/o rendimiento y necesitar más aplicaciones de insecticidas. En la Subregión NEA, es más factible la incidencia de temporales en estos meses y se deben combinar los GM y sus FS para que la cosecha ocurra antes del mes de marzo ó después del mes de abril.

En las FS del mes de noviembre, pueden empezar a utilizarse cultivares determinados de GM VI al IX, siguiendo el mismo criterio de asignación de los GM, en función del HC y la calidad del ambiente, precedentemente mencionado. En general se recomiendan los cultivares de GM VIII largo y IX, sólo para las FS tardías, por su excesivo desarrollo vegetativo.

4- Conclusiones:

Entre los principales elementos a tener en cuenta para planificar el manejo de cultivares se encuentran:

1) Caracterización de los ambientes de producción:

Es de suma importancia porque determina cuales son los GM más adaptados y la proporción que conviene destinar de cada uno de ellos en el programa de siembra. El conocimiento de cada lote y de la respuesta del cultivo en el mismo, con campañas de diferente disponibilidad hídrica, es patrimonio exclusivo del productor y del técnico que lo asesora. Dicha respuesta integra las características ambientales y es de suma utilidad para decidir los requisitos que debe reunir un nuevo cultivar (GM, HC, comportamiento sanitario, etc), para lograr incrementar la productividad.

Cabe destacar que el ascenso de la napa freática, en una importante superficie de la Región Pampeana, ha generado un incremento en el crecimiento de los cultivos al reducir la incidencia de la principal limitante productiva de la región. Este hecho ha obligado a reducir la longitud del ciclo de los cultivares en uso, para reducir el vuelco y los problemas sanitarios y ha determinado un importante incremento en la productividad. Por la importancia de la napa como elemento integrante de la caracterización ambiental, es fundamental su caracterización para decidir, la elección y el manejo de cultivares de soja.

2) Prácticas de manejo de cultivares:

La combinación de la FS y los cultivares (según GM, HC y juvenilidad), en función de las condiciones ambientales, involucran las decisiones más importantes de la producción de soja, ya que determinan la producción de biomasa (en cantidad adecuada, erecta y sana) y las condiciones del llenado de granos (ubicación, duración y tasa).

El conocimiento del efecto de la FS sobre el desarrollo y crecimiento de los GM elegidos, permite lograr buen crecimiento del cultivo en un amplio rango de FS. En la medida en la que la producción de biomasa vegetativa supera el óptimo, es posible reducir la longitud del ciclo, para incrementar la partición de la producción de biomasa aérea total al grano.

En los ambientes en los que la disponibilidad hídrica está asegurada ó en los que generalmente es adecuada, se prioriza el ajuste de la duración y la tasa del llenado de granos, para asegurar un alto rendimiento. Esto se logra con FS tempranas y/o reduciendo la longitud del ciclo de los cultivares en uso, adelantando la FS al mes de octubre para los cultivares de mayor longitud de ciclo elegidos y destinando los de ciclo más corto a las FS del mes de noviembre.

Cuando la probabilidad de ocurrencia de estrés hídrico es alta, se debe priorizar la diversificación de la ubicación del período crítico, utilizando todas las combinaciones de GM y FS posibles y asignando la mayor superficie de siembra a las más recomendables, para distribuir los llenados de granos entre los meses de diciembre y marzo.

Por otra parte, cabe destacar que la distribución espacial de plantas más adecuada depende en mayor medida del espaciamiento entre surcos, presentando la densidad de siembra menor importancia.

3) Elección de los cultivares y características a tener en cuenta:

Las características más importantes a tener en cuenta en un cultivar, es el GM, el HC, la juvenilidad, el comportamiento sanitario y el potencial de rendimiento.

4) Pronósticos climáticos:

La falta de pronósticos climáticos para períodos de 6 a 9 meses, obligaba a planificar teniendo en cuenta el año más probable para cada localidad y a diversificar riesgos de acuerdo a la variabilidad climática de la región.

La disponibilidad de dichos pronósticos, constituye otra de las nuevas y valiosas herramientas para la planificación de cada campaña, que permitirán ajustar anualmente entre otras cosas, las FS y longitud de ciclo de los cultivares a los efectos de aumentar el rendimiento que es posible obtener cada campaña.

En la medida que estos pronósticos mejoren su precisión, permitirán orientar la diversificación de la ubicación del período crítico del cultivo.

La producción y el manejo del cultivo de soja ha experimentado grandes cambios en nuestro país:

- Mejora del ambiente a partir de incremento en la adopción de la siembra directa, rotaciones, fertilización, riego, etc.
- Aparición de cultivares tolerantes a glifosato, que permitieron bajar los costos de producción y simplificar el control de malezas.
- Expansión de la superficie de siembra del cultivo, por su mayor rentabilidad relativa y simplicidad de manejo.
- Incremento del rendimiento a partir de la reducción de la longitud del ciclo de los cultivares en uso y el adelantamiento de las fechas de siembra.

Estos cambios han determinado la conducción de estudios referidos a la caracterización del desarrollo y crecimiento del cultivo en función de la FS en las diferentes regiones de producción. El resultado de estos estudios, a su vez ha producido importantes modificaciones en las recomendaciones de manejo.

Actualmente disponemos de nuevas herramientas de manejo y algunas de las más importantes son de costo cero, tales como la elección de la FS y los GM. Para aplicarlas se requieren tan solo conocer la información disponible y saber usarla, para mejorar la producción y estabilidad de rendimiento del cultivo.
