

Cultivo de soja

Ing. Agr. Rubén E. Toledo ⁽¹⁾ rtoledo@agro.unc.edu.ar
(1) Cereales y Oleaginosas, FCA-UNC

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es el de mencionar en su primer parte algunos aspectos fisiológicos del cultivo de soja, presentándose algunos resultados donde se evaluaron los efectos de la modificación de la fecha de siembra (FS) sobre los grupos de madurez (GM), dichos registros se obtuvieron de ensayos realizados con distancia de entresurco de 0,52m en el área experimental del campo escuela de la FCA-UNC, en el marco de proyectos nacionales coordinados por la EEA-INTA Marcos Juárez. El presente trabajo finaliza con una descripción de los aspectos generales que hacen al manejo del cultivo.

Su importancia en Argentina se manifiesta en el incremento constante de la superficie sembrada, las expectativas para la campaña 2008/09 se vieron bruscamente disminuidas debido a la falta de humedad edáfica, siendo de 16.500.000 hectáreas lo sembrado en el país. (SAGPyA, 2009). El destino principal del grano es la industrialización para la elaboración de aceites, dicho grano contiene entre 37 a 43% de proteína y un 18% de aceite, si bien las proteínas tienen una composición balanceada de aminoácidos, requieren un tratamiento industrial para inactivar ciertos inhibidores perjudiciales (Mulin *et al.*, 2004)

En los últimos años, la agricultura en nuestro país experimentó cambios significativos, el escenario agrícola fue dominado por la expansión del cultivo de soja. Esta transformación fue acompañada por un importante aporte de la tecnología: siembra directa, surgimiento de variedades transgénicas, mejoramiento genético en búsqueda de resistencia a enfermedades, adopción de GM de mejor comportamiento y el desarrollo de materiales adaptados a las distintas zonas productivas. (Satorre, 2003)

Considerando que la disponibilidad hídrica es el factor ambiental con mayor incidencia en la generación del rendimiento (RTO), y que el comportamiento y respuesta media de un conjunto de variedades de soja se puede tomar como medida biológica que caracteriza a un ambiente determinado (Martinez Alvarez *et al.*, 1995), se hace necesario un adecuado ajuste en la elección y combinación del GM y la FS. Es importante tener en cuenta que la época de siembra influye en forma relevante en la respuesta de cada GM, por lo tanto el largo del ciclo del cultivar y la FS se constituyen en herramientas claves en el ajuste del momento de ocurrencia del período crítico (Andrade *et al.*, 2000), estableciendo las condiciones ambientales que incidirán directamente en la generación del RTO

DESCRIPCION BOTANICA

La soja *Glycine max* (L.) Merrill pertenece a la familia *Fabaceae* subfamilia Papilionoideas, pero con características propias que la diferencian del resto de los integrantes de dicha familia, y que se destaca por su alto contenido de proteína y por su calidad nutritiva. Ocupa una posición intermedia entre las legumbres y los granos oleaginosos, conteniendo más proteínas que la mayoría de las legumbres, pero menos grasa que la mayor parte de las oleaginosas.

Considerando que existe diversidad morfológica en función del ambiente que se considere, la planta de soja puede alcanzar en el mes de noviembre una altura (AP) promedio de 83cm (Kantolic *et al.*, 2006), con valores máximos de 123cm registrados en el mismo mes, y mínimos de 41cm en los meses de septiembre y enero. (Toledo *et al.*; 2008) Presenta las dos primeras hojas unifoliadas opuestas y el resto trifoliadas dispuestas en forma alterna. A partir de algunas yemas axilares pueden desarrollarse ramas con una estructura similar al tallo principal. El sistema radical está compuesto por una raíz principal pivotante donde, según el genotipo, la máxima profundidad exploratoria de las raíces principales es próxima a los 2 metros (m). (Kantolic *et al.*, 2006)

Las flores presentan características típicas de las Papilionoideas forman racimos axilares con 2 a 35 flores cada uno. Las flores presentan un cáliz tubular y cinco pétalos desiguales, cuyos colores varían entre blanco y violeta y de tamaño no superior a 5mm. Las vainas son pubescentes y de forma achatada y levemente curvada con un largo entre 2 y 7cm; puede contener entre 1 y 5 granos pero generalmente presentan 2 o 3 granos. En cada racimo se pueden encontrar de 2 a 20 vainas que a la madurez presentan colores muy variados entre el amarillo claro y el marrón oscuro, incluso negro en algunas variedades. (Kantolic *et al.*, 2006)

Las semillas son redondeadas con una coloración habitualmente amarilla, el peso promedio aproximado es de 130mg, pero estos valores pueden variar en un rango de 112mg y 165mg (EEA INTA Marcos Juárez, 2007) de peso de cada semilla. La cicatriz de la semilla (hilo) que presenta colores diversos desde amarillo a negro pasando por diferentes tonalidades de marrón, es una característica que permite la identificación de los cultivares. (Kantolic *et al.*, 2006)

DESARROLLO

Etapas de desarrollo

Existen varias clasificaciones para identificar los distintos estados de desarrollo en soja, la más difundida es la escala desarrollada por Fehr *et al.* (1971), donde se describe los estadios fenológicos externos del cultivo de soja, distinguiéndose dos etapas principales; una que describe los estados vegetativos y la otra los reproductivos.

Etapas vegetativa

Los 2 primeros estados vegetativos se los identifican con letras.

VE - Emergencia - Se observa el hipocótilo, en forma de arco, empujando al epicótilo y a los cotiledones, haciéndolos emerger sobre la superficie del suelo.

VC - Etapa cotiledonar - El hipocótilo se endereza, los cotiledones se despliegan totalmente y en el nudo inmediato superior los bordes de las hojas unifoliadas no se tocan.

A partir de aquí el resto de los estados vegetativos se los identifican con el número de nudos.

V1 - (1^{er} nudo) - El par de hojas opuestas unifoliadas están expandida totalmente, y en el nudo inmediato superior se observa que los bordes de cada uno de los folíolos de la 1^{er} hoja trifoliada no se tocan.

V2 - (2^{do} nudo) - La 1^{er} hoja trifoliada está totalmente desplegada, y en el nudo inmediato superior los bordes de cada uno de los folíolos de la 2^{da} hoja trifoliada no se están tocando.

Vn - (n: número de nudos) - La hoja trifoliada del nudo (n) está expandida totalmente, y en el nudo inmediato superior los bordes de cada uno de los folíolos no se tocan.

Etapa reproductiva

R₁ - Inicio de Floración - Se observa una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal.

R₂ - Floración completa - Se observa una flor abierta en uno de los nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas.

R₃ - Inicio de formación de vainas - Una vaina de 5 milímetros de largo en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal, y con hojas totalmente desplegadas.

R₄ - Vainas completamente desarrolladas - Una vaina de 2 cm en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal con hojas totalmente desplegadas.

En esta etapa comienza el **periodo crítico** del cultivo; entre R_{4,5} y R_{5,5} es el momento más crítico, ya que ha finalizado la floración y cualquier situación de stress: déficit hídrico, de nutrientes, defoliación por orugas, enfermedades foliares, ataque de chinches, granizo, etc, afectará el número final de vainas y de granos, provocando la reducción de RTO.

R₅ - Inicio de formación de semillas - Una vaina, ubicada en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal, contiene una semilla de 3 mm de largo.

R₆ - Semilla completamente desarrollada - Una vaina, en cualquiera de los cuatro nudos superiores del tallo principal, contiene una semilla verde que llena la cavidad de dicha vaina, con hojas totalmente desplegadas. En esta etapa termina el período crítico del cultivo

R₇ - Inicio de maduración - Una vaina normal en cualquier nudo del tallo principal ha alcanzado su color de madurez. La semilla, en este momento, contiene el 60 % de humedad.

R₈ - Maduración completa - El 95 % de las vainas de la planta han alcanzado el color de madurez.

Luego de R₈, se necesitan cinco a diez días de tiempo seco (baja humedad relativa ambiente), para que las semillas reduzcan su humedad por debajo del 15 %.

Factores que afectan el desarrollo

La **temperatura** y el **fotoperíodo** son los factores ambientales que regulan la duración de las fases de desarrollo del cultivo, actuando en forma simultánea en las plantas y con evidencia de interacción entre ellos. (Kantolic *et al.*, 2004)

Temperatura

La duración de una fase (habitualmente medida en días) depende de la temperatura, siendo esta determinante en la duración de cada uno de los distintos estados fenológicos del cultivo. La relación entre la duración de una fase y la temperatura no es lineal, por ello se prefiere caracterizar la longitud de una etapa a través de su inversa. Esta función inversa de la duración se llama tasa de desarrollo y su unidad es 1/día. En términos generales esta tasa aumenta linealmente entre la temperatura base (temperatura por debajo de la cual no hay desarrollo) y óptima donde se incrementa la velocidad con que se cumple cada etapa; entre la temperatura óptima y la temperatura máxima la tasa disminuye.

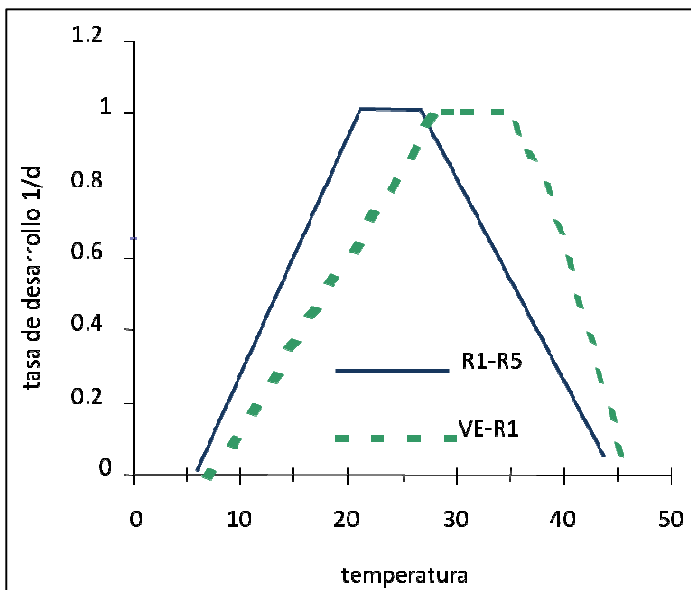


Figura 1: Efecto de la temperatura sobre la tasa de desarrollo

Por debajo de la temperatura base y por encima de la máxima el desarrollo prácticamente se detiene y la duración de la fase tiende a ser infinita (Sadras *et al.*, 2000). (Figura 1)

En soja la temperatura base varía entre 6 y 10°C. Las temperaturas óptimas diurnas para fotosíntesis están comprendidas entre 30 y 35°C. La fijación de vainas se retrasa con temperaturas menores a 22°C y cesa con temperaturas menores a 14°C (Vega, 2006). La temperatura regula el desarrollo durante todo el ciclo, cabe destacar que no se han encontrado respuestas diferenciadas entre genotipos en cuanto lo observado en la Figura 1, sin embargo los requerimientos en tiempos térmicos para que se cumpla la

etapa VE a R₁ tiende a disminuir desde los GM mayores hacia los GM menores (Piper *et al.*, 1996)

Fotoperíodo

El efecto principal de la longitud del día en el desarrollo de la soja es el de la inducción de la floración; la soja se clasifica como planta de días cortos, porque los días cortos inducen el inicio del proceso de floración (Hicks, 1983). El fotoperíodo influye y regula la mayor parte de los eventos reproductivos condicionando el inicio y final de las diferentes fases y la tasa con que progresan los cambios dentro de la planta (Kantolic *et al.*, 2004b).

A diferencia de la temperatura que influye durante todo el ciclo del cultivo, el fotoperíodo comienza su regulación cuando termina la fase juvenil o preinductiva (posterior a V₁), es decir la inducción floral puede ocurrir en cualquier estadio después del desarrollo de la hoja unifoliada (Hicks, 1983). En general a partir de V₂ la planta comenzaría a ser sensible al fotoestímulo fotoperiódico, dicho estímulo culminaría en el estado de madurez fisiológica (R₇) (Figura 2)

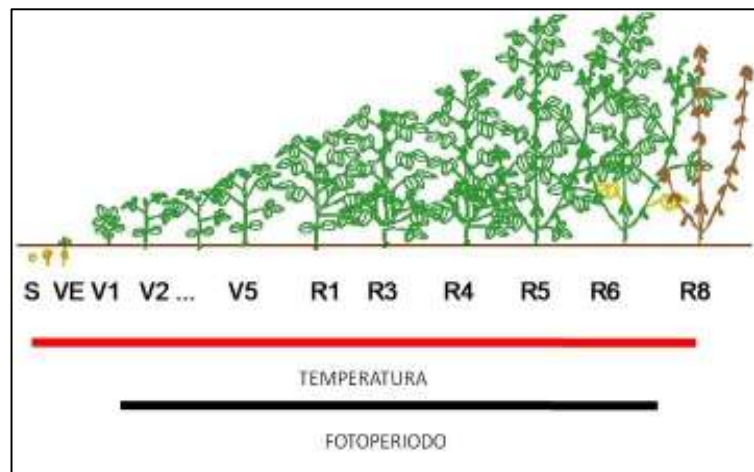


Figura 2: Influencia de la temperatura y el fotoperíodo en función de la fase-etapa del cultivo

Tanto el valor crítico (valor a partir del cual cada GM aumenta la duración de la etapa VE a R₁) como la sensibilidad fotoperiódica son diferentes según el genotipo. Los denominados GM menores o bajos (II, III, y IV) requieren mayor fotoperíodo para la inducción (menos sensibles); en cambio los GM mayores o altos (V determinado

(det), V indeterminado (ind), VI, VII, VIII y IX) se inducen con menor fotoperíodo (más sensibles); esta sensibilidad significa mayor duración de fase con respecto a los GM menores (Figura 3)

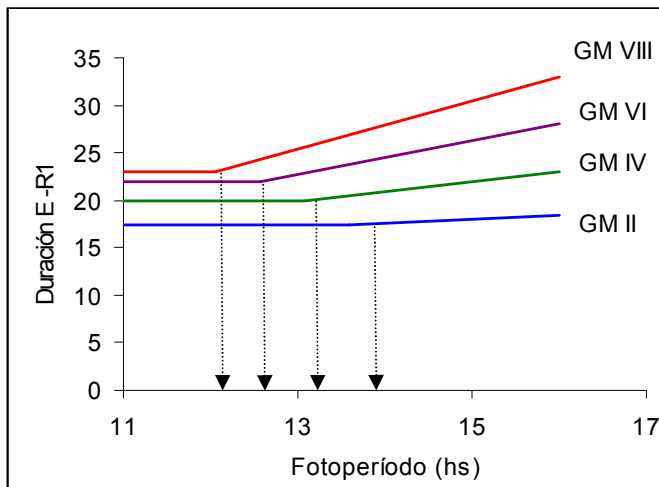


Figura 3: Efecto del fotoperíodo (horas de luz) sobre la duración en días de emergencia a floración

La duración de la etapa VE-R₁ depende fundamentalmente del fotoperíodo de la latitud del lugar donde se siembra (Pascale *et al.*, 2004) Figura 4, dado que los cultivares se inducen fotoperiódicamente con diferentes umbrales según el GM al cual pertenecen; de modo tal que en el norte de la región sojera (p ej: en Posadas) se siembran cultivares que necesitan menos horas de luz para florecer (GM mayores), en tanto hacia el sur (p ej: en Balcarce) se ubican aquellos cultivares con menor sensibilidad al fotoperíodo (GM menores)

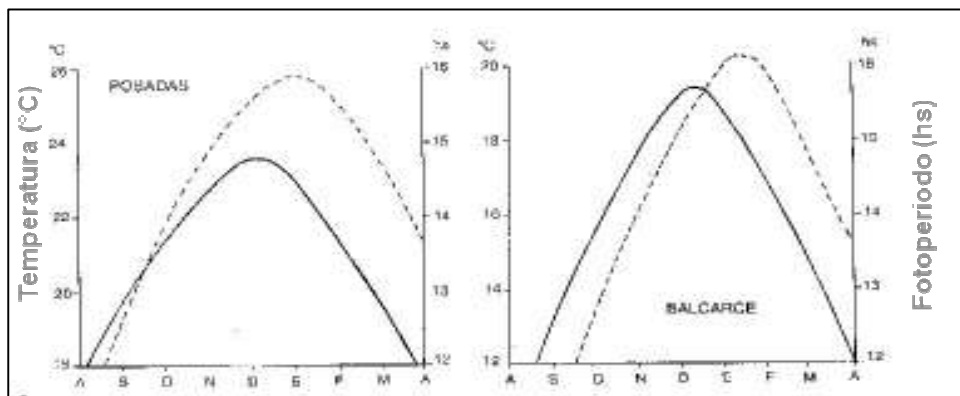


Figura 4: Termo y fotoperíodo de 2 localidades del norte y sur de la región sojera argentina.

Las plantas que florecen muy rápido debido a la existencia de días cortos, generalmente no desarrollan altura ni área foliar normales. La maduración de estas plantas también se adelanta y entonces el RTO en grano es inferior al normal (Hicks, 1983).

La inducción floral provoca la transformación de los meristemas vegetativos en meristemas reproductivos y la edad de la planta en que se produce la transformación de los meristemas determinara el tamaño final de la misma y por lo tanto, su potencial de RTO (Baigorri, 1997) Las modificaciones en la FS hacen que haya diferencias en la longitud del día y determinan el número de días que transcurren desde VE a R₁ y hasta la maduración (R₈) (Hicks, 1983). El atraso en la siembra reduce la duración de los ciclos de las variedades, y no es solo una disminución de la etapa vegetativa sino también de la reproductiva, pero básicamente la reducción es por menor número de días de VE a R₁.

A partir de registros de ensayos sembrados en parcelas, a partir de la campaña 2000/01, con espaciamientos entre surcos de 0,52m, utilizándose los cultivares que se detallan en la tabla 1

(Anexo), y que fueron sembrados en seis épocas de siembra, de las cuales se obtuvieron seis FS promedio (que son las utilizadas en los análisis posteriores) Tabla 2. Las precipitaciones registradas e históricas se presentan en el Anexo

Tabla 2: Épocas de siembra y fechas de siembra utilizadas

Épocas de siembra	FS	FS promedio
14 de septiembre - 04 de octubre	1er	24 de septiembre
05 de octubre - 24 de octubre	2da	14 de octubre
25 de octubre - 13 de noviembre	3er	01 de noviembre
14 de noviembre - 03 de diciembre	4ta	22 de noviembre
04 de diciembre - 23 de diciembre	5ta	14 de diciembre
24 de diciembre - 30 de enero	6ta	10 de enero

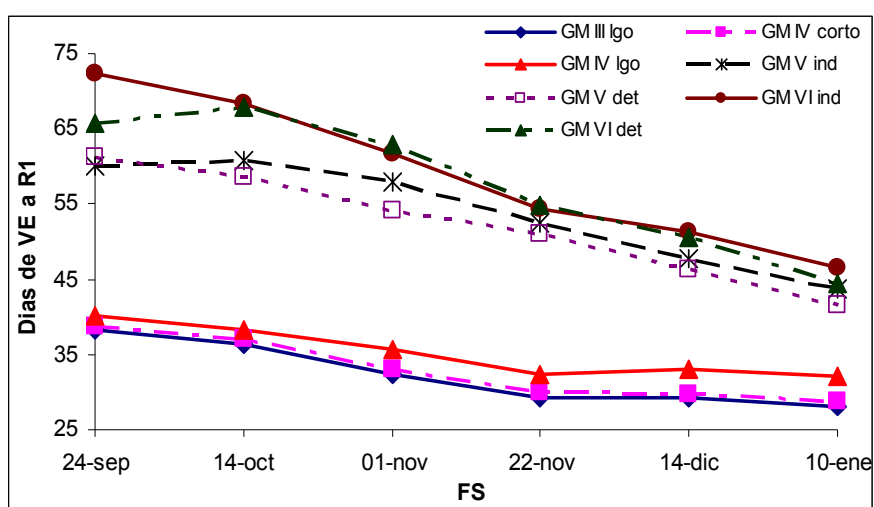


Figura 5: Duración promedio de VE a R1 según FS (campanías 2002/03 al 2007/08)

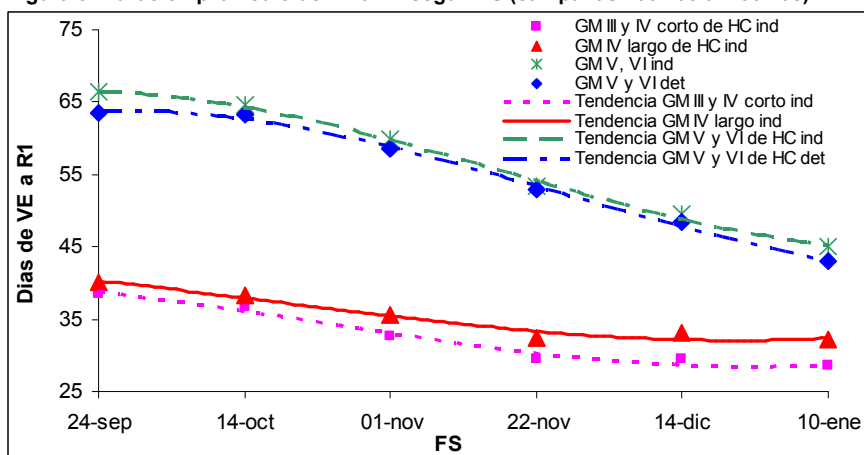


Figura 6: Tendencias de duración de VE a R1 según FS, GM y HC (campanías 2002/03 al 2007/08)

En dicha experiencia se observó una tendencia decreciente de la duración de la etapa VE a R₁ a medida que se atrasó la FS, donde los materiales de GM III y IV registraron en promedio 39 días de duración en la FS del 24/09, en la FS del 10/01 el registro fue de 30 días. Los GM V y VI sembrados el 24/09 florecieron en promedio a los 65 días y en la FS del 10/01 este valor fue de 44 días, por lo tanto en dichos GM la disminución de la fase fue mayor, con una diferencia en la FS del 24/09 de 26 días en la longitud de la etapa con respecto a los GM menores, esta diferencia disminuyó a 14 días en la FS del 10/01.

En los 108 días que hay entre 1^{era} y 6^{ta} FS los cultivos de GM III y IV

redujeron la duración de esta etapa 1 día por cada 11,7 días de atraso en la FS; en los GM mayores, la longitud decreció 1 día por cada 4,9 días de atraso en la siembra. El GM VI indeterminado obtuvo el mayor registro (73 días) en la 1^{era} FS, el de menor valor fue del GM III (28 días) en la FS del 10/01. (Toledo *et al.*, 2008) (Figura 5 y 6)

La duración del período de VE a R₇ tuvo tendencia lineal y decreciente a medida que se atrasó la FS. Los materiales de GM III y IV registraron en promedio 125 días de duración de la etapa en la FS del 24/09, disminuyendo a 85 días en la FS del 10/01. Los materiales de GM V y VI tuvieron una longitud de 148 días en la FS del 24/09, disminuyendo a 103 días en la FS del 10/01. Los cultivares de GM III y IV disminuyeron 1 día cada 2,83 días, en los GM más altos esta disminución fue de 1 día por cada 2,33 días de atraso en la siembra. El mayor valor fue registrado por los GM VI ind (158 días) en la FS del 24/09, el menor fue del GM III largo (83 días) en la FS del 10/01. La mayor diferencia en la duración de esta etapa entre los GM más bajos (III y IV) con respecto al resto (V y VI) fue en la FS del 24/09 (24 días), la menor fue en la FS del 10/01 (17 días). (Toledo, *et al.*, 2008) (Figura 7 y 8)

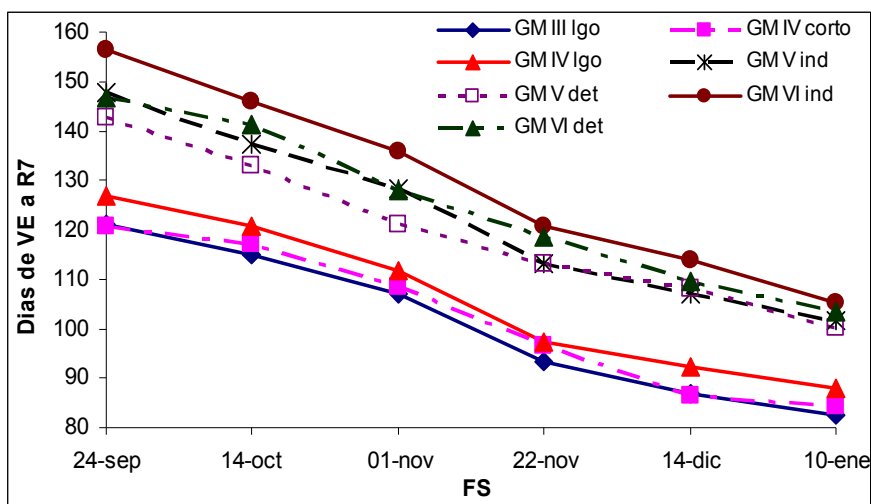


Figura 7: Duración promedio de VE a R₇ según FS (2002/03 al 2007/08)

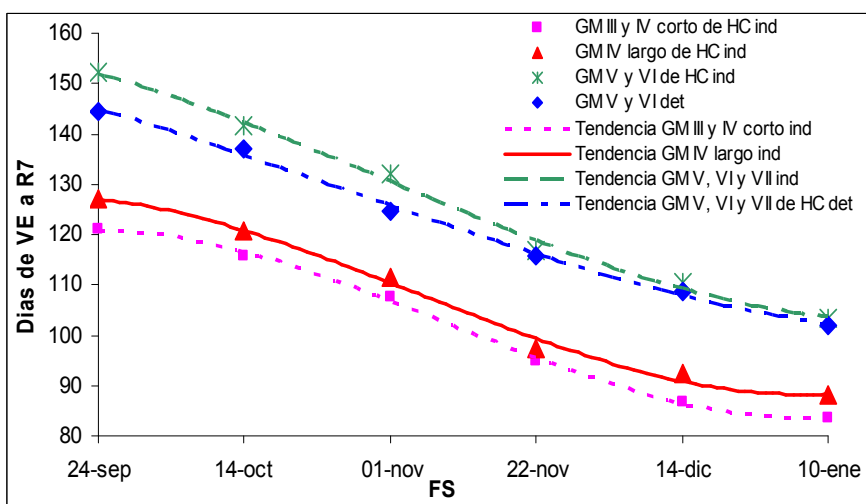


Figura 8: Tendencias de duración de VE a R₇ según FS, GM y HC (campañas 2002/03 al 2007/08)

CRECIMIENTO

En el cultivo de manera simultánea con el crecimiento, se producen cambios morfológicos que resultan de la diferenciación y crecimiento de los órganos. Por ello, toda práctica de manejo que genere un cambio ambiental, tendrá un impacto diferente según el momento de ocurrencia, esto es, ya que el cultivo estará en una etapa fenológica diferente de su proceso de generación de estructuras o del RTO (Kantolic, 2004) (Figura 9)

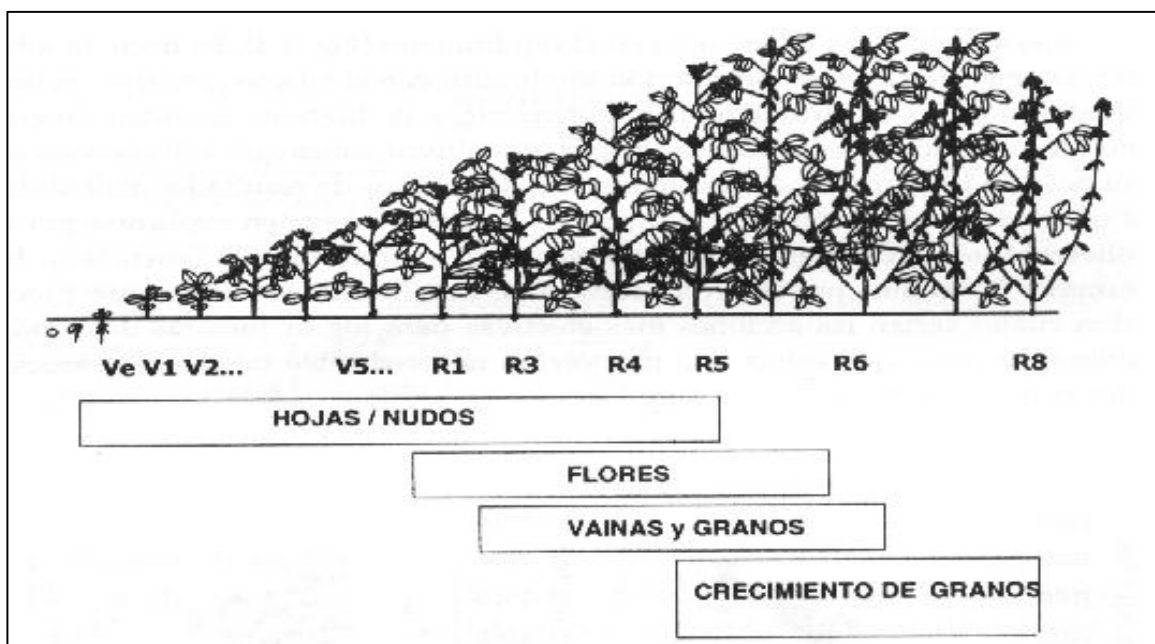


Figura 9: Cambios morfológicos durante el ciclo del cultivo, Kantolic, *et al.*, 2004

El crecimiento comienza con la germinación de la semilla, esto es cuando absorbió el 50-55% de su peso en agua (Baigorri, 1997), otros autores establecen el 30-40% de su peso (Sadras *et al.*, 2000). La tensión hídrica del suelo no puede ser menor que -6,6 bares para que germine la semilla dentro de los 5-8 días a una temperatura de 25°C. (Hicks, 1983). El crecimiento vegetativo concluye cuando finaliza la formación de tallos, hojas y raíces, esto coincide con el estado fenológico R₅.

La representación del crecimiento es la típica curva sigmoidea (Figura 10) con una primer etapa de crecimiento vegetativo lento (donde se va determinando el área foliar), luego una etapa de crecimiento lineal acelerado (corresponde a la formación del área foliar, tallo, flores y vainas), una etapa de crecimiento reproductivo lineal que comienza en R₅ con el llenado de granos y la senescencia durante la que se produce el amarillamiento y caída de hojas. En R₇ el crecimiento reproductivo se produce a menor tasa (etapa final de llenado de granos)

La tasa de crecimiento está estrechamente relacionada a la interceptación de radiación solar, la que a su vez depende del índice de área foliar (IAF). La tasa aumenta a medida que aumenta el IAF hasta que alcanza un valor crítico capaz de interceptar el 95% de la radiación solar incidente. El IAF crítico se encuentra entre 3,1 y 4,5 (Figura 11) y depende de la estructura de la planta, la densidad de siembra y el espaciamiento entre surco. La soja puede alcanzar IAF muy altos, sin embargo la TCC no disminuyó. (Baigorri, 1997c) lo que significa que las hojas sombreadas no son parásitas para la planta. (Shibles *et al.*, 1965)

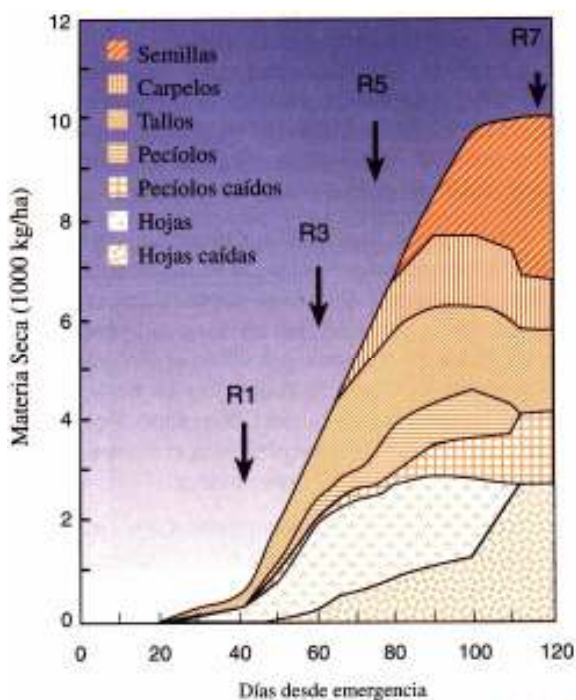


Figura Nº 10: Curva de crecimiento de la soja en la que muestra la acumulación de materia seca en diferentes partes de la planta durante el ciclo del cultivo (Baigorri, 1977).

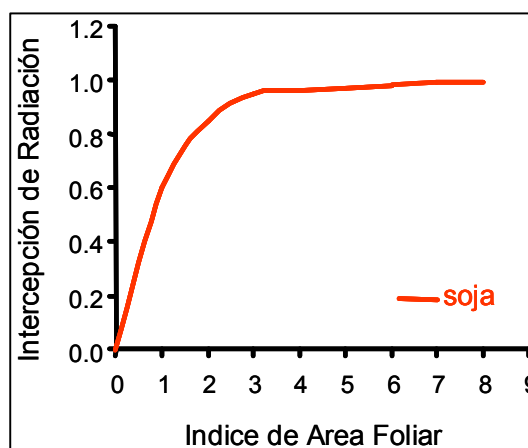


Figura 11: Relación entre la proporción de radiación interceptada y el índice de área foliar para soja

En todas las regiones de Argentina, la siembra en la segunda quincena de noviembre permite lograr la máxima altura de planta (AP) siguiendo un patrón de comportamiento en función de la FS, y en la mayoría de los materiales recomendados para cada ambiente; se destaca que la AP registrada para cada cultivar varía con las condiciones ambientales, principalmente con la disponibilidad hídrica, es decir, mejores condiciones implican más altas campanas de crecimiento (Baigorri, 2002). (Figura 12)

condiciones implican más altas campanas de crecimiento (Baigorri, 2002). (Figura 12)

El efecto de la FS sobre la AP se observa en las Figuras 13 y 14 donde todos los GM describieron la típica campana de crecimiento registrando máximas AP en el mes de noviembre. Los GM III y IV registraron un promedio de 70cm; los GM V y VI de HC ind obtuvieron el máximo registro de AP en la FS del 01/11 (98cm); en los GM V y VI de HC det el máximo valor se registró en la FS del 22/11 (86cm). Los GM mayores de HC ind fueron los de más alta campana de crecimiento, la diferencia con respecto a los GM de menor registro fue de 40cm en la FS del 24/09, esta diferencia se redujo a 13cm en la FS del 10/01.

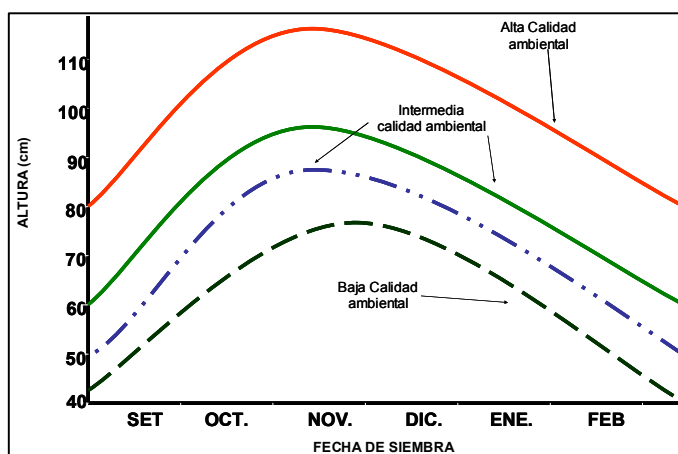


Figura 12: Patrón de altura según FS, Baigorri 2002

El crecimiento de un genotipo se puede optimizar en FS tempranas, intermedias y tardías, a partir de la elección de la calidad de los ambientes en que se lo va a sembrar. Algunos cultivares pueden utilizarse a lo largo de todo el período de siembra recomendado para el cultivo, logrando un adecuado desarrollo en las diferentes FS a partir de la elección de un ambiente de calidad determinada.

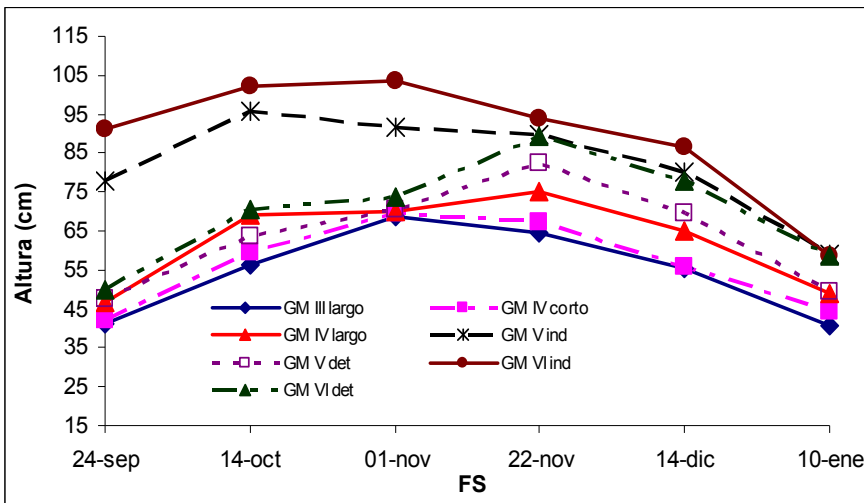


Figura 13: Alturas promedio según FS (campañas 2002/03 al 2007/08)

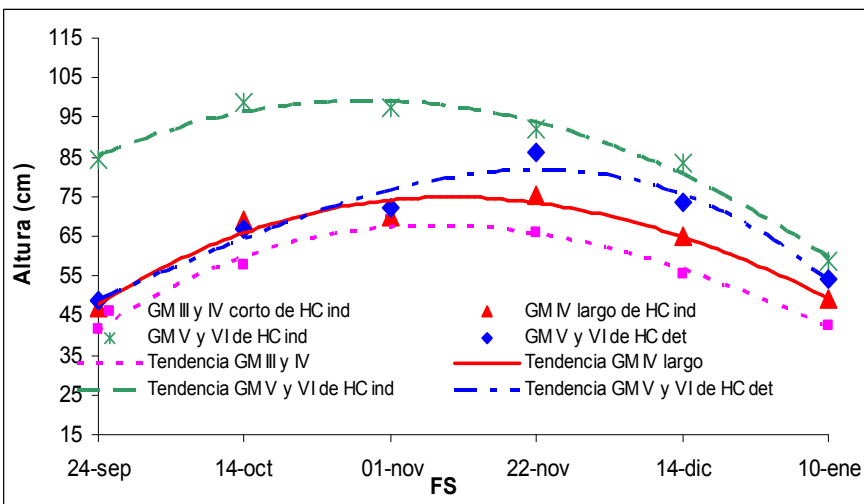


Figura 14: Tendencias de altura según FS, GM y HC (campañas 2002/03 al 2007/08)

La luz tiene alta influencia en la morfología de la planta, al modificar el momento de la floración y de la madurez, lo cual resulta en diferencias de AP, tamaño de vaina, área foliar, vuelco y otras características incluyendo el RTO. Las plantas que florecen temprano debido a la existencia de días cortos, generalmente no desarrollan AP ni área foliar normal; la AP a menudo alcanza tan solo la mitad cuando el genotipo es sembrado en ambientes inadecuados, esta respuesta es debida principalmente a la floración temprana, las vainas más bajas se forman muy cerca de la superficie del suelo y como consecuencia aumenta la dificultad para la cosecha. (Hicks, 1983) Esta característica se observa en la Figura 13 y 14 y es más propia de los GM menores sembrados en fechas extremas.

EFEECTO SOBRE EL RENDIMIENTO

Los factores DETERMINANTES (definitorios) del crecimiento y del RTO son: el **genotipo** (características de cada cultivar), la **radiación solar** y la **temperatura** del ambiente, dichos factores determinan el **RTO POTENCIAL**. Los factores LIMITANTES son: **agua** y **nutrientes** son considerados factores que determinan el **RTO ALCANZABLE**. Los factores REDUCTORES son: malezas, enfermedades, plagas, etc, y son los que deciden el **RTO LOGRADO o REAL**. En un orden ascendente, son los reductores los primeros a cubrir a través de medidas de protección del cultivo, en segundo lugar deberá regularse la entrega de los limitantes a través de medidas que promuevan el aumento del RTO. (Soldini, 2008)

La diferencia de RTO que se manifiesta de una campaña a otra está en función de la cantidad de recursos (agua, luz, nutrientes) que las plantas tienen disponibles, las limitaciones que pueden restringir la captura de estos y la capacidad de las plantas de acceder a los lugares donde se

encuentran y tomarlos. Es decir del total de recursos que se incorporan al sistema, una parte se destina a órganos vegetativos (raíces, tallos y hojas) y sólo una proporción de la biomasa, representada por el índice de cosecha (IC), es lo que finalmente compone el RTO. Estos conceptos se resumen en un modelo simple que describe la relación entre generación del RTO y la captura y uso de recursos por parte del cultivo:

$$\text{RTO} = \text{Rinc} \times \text{ei} \times \text{ec} \times \text{IC}$$

En donde **Rinc** es la radiación incidente o disponible, **ei** es la eficiencia de intercepción de la radiación fotosintéticamente activa y esta condicionada por el IAF; **ec** es la eficiencia de conversión y representa la capacidad de la planta de producir biomasa por cada unidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada. Ambas eficiencias, principalmente **ei**, esta directamente ligada a la disponibilidad de agua y nutrientes, por lo tanto las prácticas de manejo contribuyen principalmente al aumento de la cantidad de recursos disponibles para las plantas. (Kantolic *et al.*, 2004b).

Los dos aspectos principales del RTO son el **potencial y la estabilidad**. El potencial de RTO es un atributo genético condicionado fuertemente por el ambiente, donde los GM menores tendrían mayor potencial de RTO que los GM mayores pero a su vez exigen mejores condiciones ambientales durante el período crítico (Baigorri, 1997b)

La estabilidad del RTO en cambio esta asociada en forma directa al largo de ciclo, por lo tanto los GM mayores que tienen mayor duración de ciclo, presentan mayor estabilidad. (Baigorri, 1997b)

Al ser el RTO un atributo complejo, se lo puede subdividir en variables más simples de comprender (Figura 15) En principio el RTO es el producto de sus dos componentes principales: el **número de granos** (NG) por unidad de superficie y el **peso de los granos** (PG); si bien existen compensaciones entre estos componentes, guardan cierta independencia entre sí, que permite suponer que un aumento en cualquiera de los dos puede producir un aumento en el RTO. Sin embargo en un rango amplio de condiciones agronómicas el **NG** es el componente que mejor explica las variaciones en el RTO. (Kantolic *et al.*, 2004)

En función de los resultados obtenidos se observó que la variación del NG generó una mayor respuesta en el RTO; donde el 77% de la variación del RTO es explicado por NG, y solo el 10% de la modificación del RTO lo explica el incremento del PG (Figura 16 y 17) Según el momento de ocurrencia de un estrés será el componente de RTO más afectado; mientras que un estrés durante R₃-R₆ afecta significativamente el NG, un estrés tardío (R₆-R_{6,5}) afecta principalmente la acumulación de materia seca en los granos (PG). (Vega, 2006)

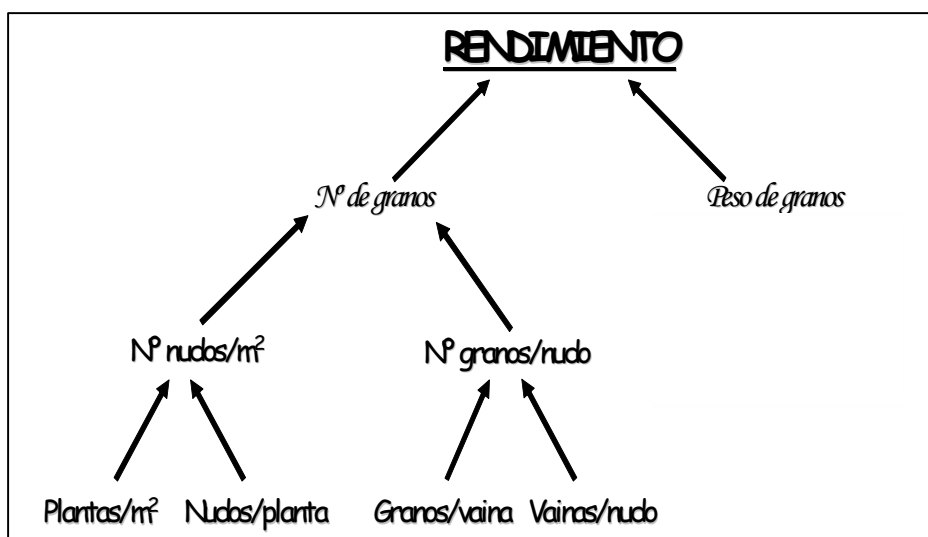


Figura 15: Rendimiento, componentes y subcomponentes numéricos

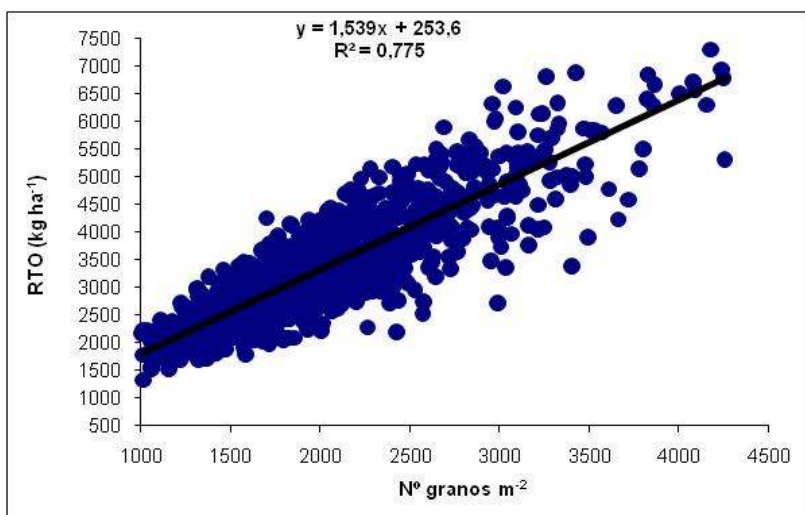
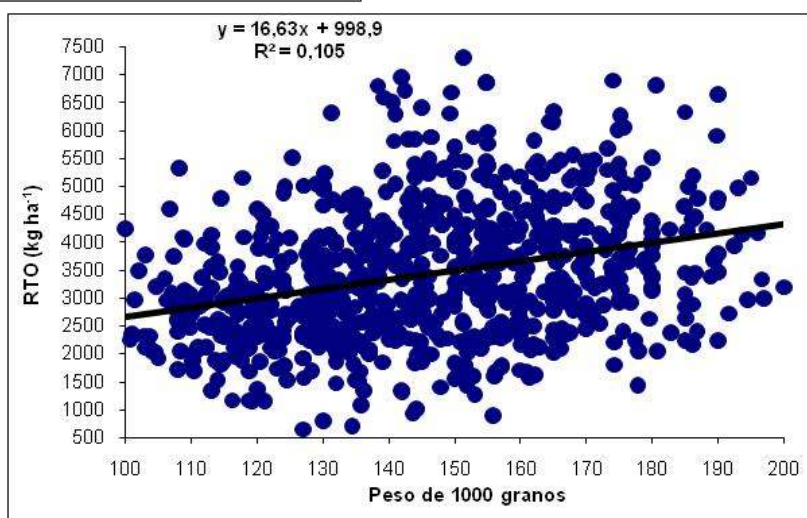


Figura 16: Relación entre rendimiento y número de granos por unidad de superficie (campañas 2002/03 al 2007/08)

Figura 17: Relación entre rendimiento y peso de 1000 granos (campañas 2002/03 al 2007/08)



El RTO se relaciona con la FS dependiendo del cultivar y el ambiente. En condiciones hídricas no limitantes y empleando diferentes combinaciones de cultivares y FS es posible incrementar el RTO en forma lineal adelantando las siembras hasta en la fecha que ocurran heladas tardías, estas dependen de factores propios de cada ambiente (latitud y altitud), y otros parámetros variables entre campañas (régimen térmico e hídrico) (Baigorri, 2004)

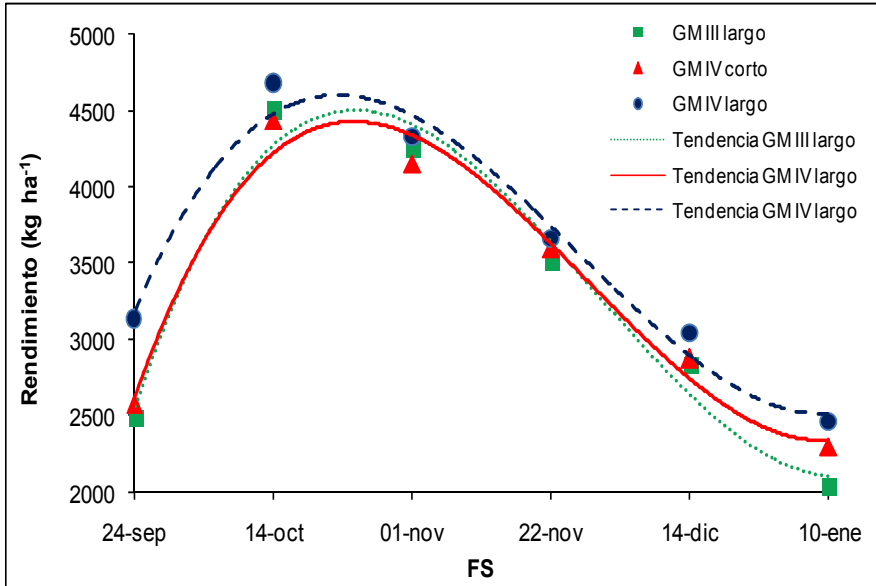


Figura 18: Rendimiento promedio y Tendencia de GM III (línea de puntos), IV corto (línea continua) y IV largo (línea discontinua) según FS (campañas 2002/03 al 2007/08)

El comportamiento de los **GM III y IV** registraron tendencias similares de RTO según la FS, con mejor respuesta entre el 14/10 y el 01/11 (promedio de 4392kg ha⁻¹), en donde los cultivares de GM IV de ciclo largo se destacaron siempre con comportamiento superior a lo largo de todas las FS. Los materiales de GM III de ciclo largo perdieron en promedio 27,90kg ha⁻¹ a partir de la FS del 14/10, los de GM IV de ciclo corto 24,29kg ha⁻¹ y los cultivares de GM IV de ciclo largo disminuyeron 25,24kg ha⁻¹ por cada día de atraso en la FS a partir del 14/10. (Figura 18)

Con respecto al **GM V** la tendencia general fue decreciente a medida que se atrasó el momento de siembra, en todas las FS la respuesta de los materiales de HC ind fue superior al de HC det con mayor diferencia en la FS del 24/09 (1023kg ha⁻¹). Los cultivares de HC ind redujeron el RTO en 14,75kg ha⁻¹, los de HC det disminuyeron 8,55kg ha⁻¹ por cada día de atraso a partir de la 1^{er} FS. (Figura 19)

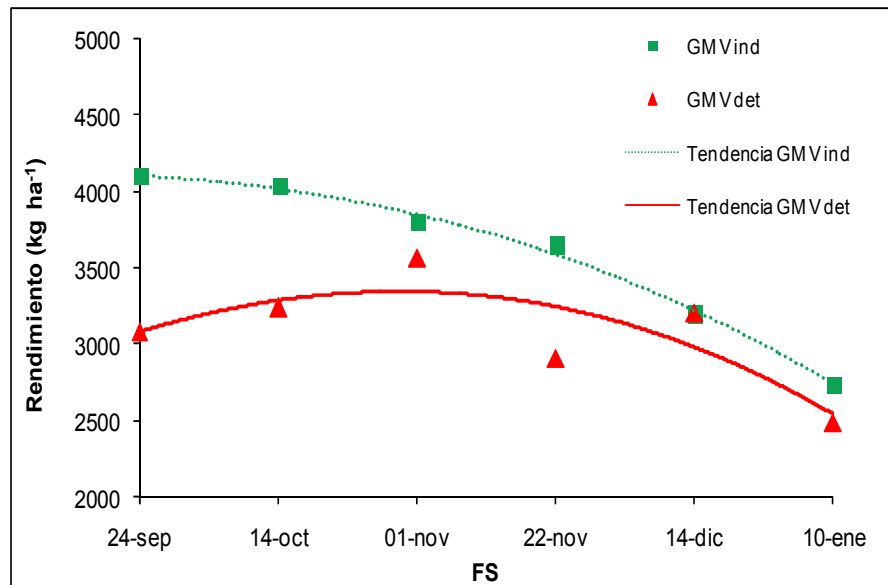
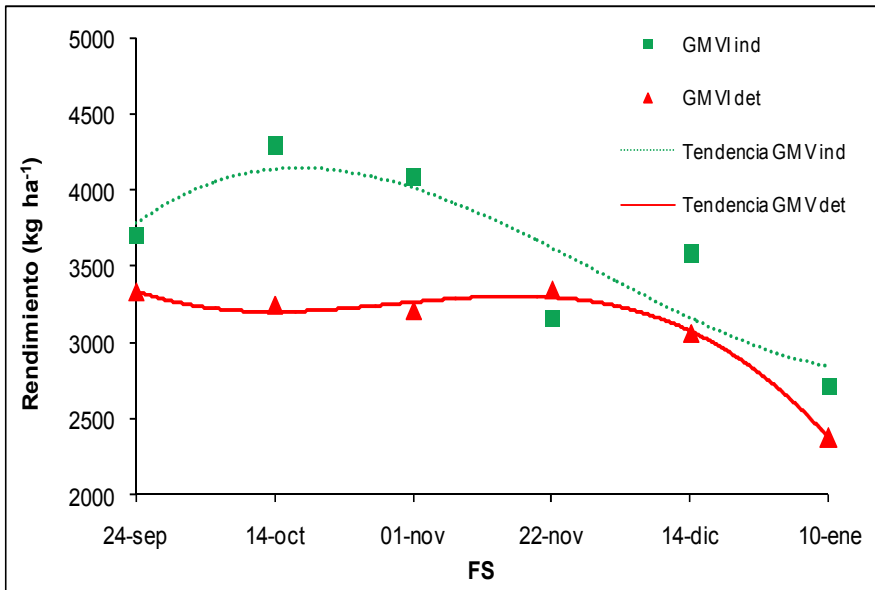


Figura 19: Rendimiento y Tendencia de GM V ind (línea de puntos) y V det (línea continua) según FS (campaña 2002/03 al 2007/08)



El **GM VI** de HC ind tuvo respuesta superior al de HC det con tendencia decreciente a medida que se atrasó la FS; la mayor diferencia se registró el 14/10 (1008kg^{ha}⁻¹) reduciéndose esta a medida que se postergó la siembra, el GM VI de HC ind perdió 12,43kg^{ha}⁻¹, el de HC det disminuyó 11,22kg^{ha}⁻¹ por cada día de atraso en la siembra a partir del 24/09 (Figura 20)

Figura 20: Rendimiento y Tendencia de GM VI ind (línea de punto) y VI det (línea continua) según FS (campañas 2002/03 al 2007/08)

En función de las tendencias observadas según GM y FS, se definieron 3 ambientes productivos para la región centro-norte de Córdoba: un **1^{er} ambiente** de mayor calidad (entre la 2^{da} quincena de octubre y la 1^{er} quincena de noviembre) donde los GM III y IV lograron la mejor performance, destacándose los materiales de ciclo largo de GM IV; un **2^{do} ambiente** de calidad intermedia (FS extratempranas de septiembre y 1^{er} quincena de octubre) donde los GM mayores de HC ind tuvieron mejor comportamiento y un **3^{er} ambiente** de menor calidad (a partir de la 1^{er} quincena de diciembre)

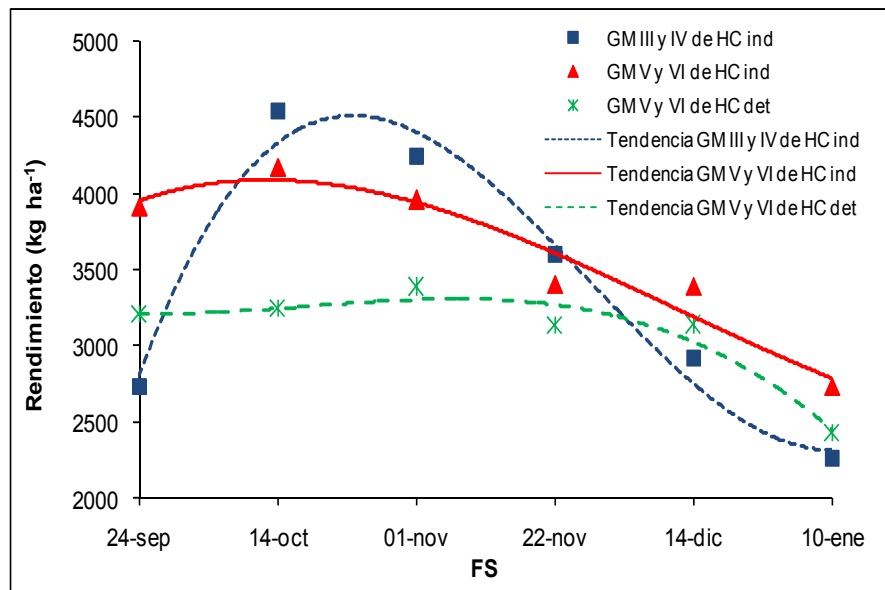


Figura 22: Rendimientos y Tendencias de GM según HC y FS (campañas 2002/03 al 2007/08)

donde se redujo notoriamente la respuesta de los GM III y IV, superados por los GM mayores de HC ind y en menor medida por los de HC det. A lo largo de todas las FS los GM mayores de HC ind registraron respuesta superior a los GM de HC det, con una diferencia que se fue reduciendo a medida que se atrasó la FS (Figura 22 y 23)

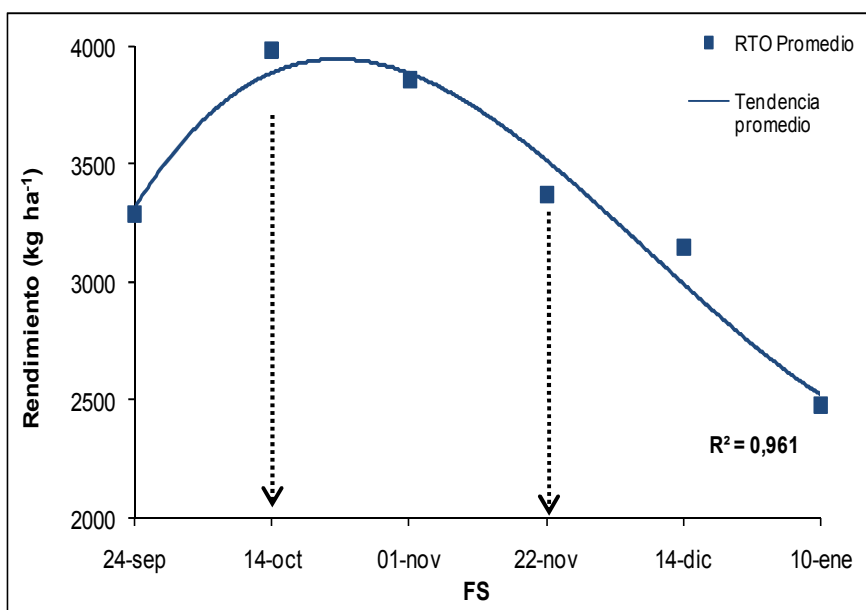


Figura 23: Ambientes productivos según rendimientos promedio de todos los GM según FS

MANEJO DEL CULTIVO

Para una adecuada selección del cultivar es necesario considerar el siguiente diagrama (Figura 24) que permite identificar la secuencia de prácticas de manejo más adecuadas en función de su orden de importancia:

1. Caracterización del ambiente de producción
2. Elección de la adecuada combinación de la FS y GM
3. Elección del cultivar
4. Distribución espacial

1. Caracterización del ambiente de producción. El ambiente de producción define como crecerá y se desarrollará el cultivo, condicionando cuál GM es el más adaptado en la búsqueda de mayores productividades.



Figura 24: Diagrama de selección de cultivares

En la **caracterización del ambiente** se debe tener presente:

Características abióticas:

- Agua** (régimen de precipitaciones, agua inicial, napa freática (manejo del agua))
- Temperatura**
- Radiación**
- Edáficas** (serie, capacidad de uso)
- Capacidad de almacenamiento del suelo**
- Capacidad exploratoria de raíces**
- Características químicas**

En la Figura 25, se presentan las zonas con limitaciones productivas para el cultivo de soja: la Zona I con menores registros de precipitaciones; la Zona II con suelos arcillosos (Vertisoles); la Zona III de suelos arenosos; la Zona IV que presenta anegamientos y napas altas y la Zona V con presencia de toscas.

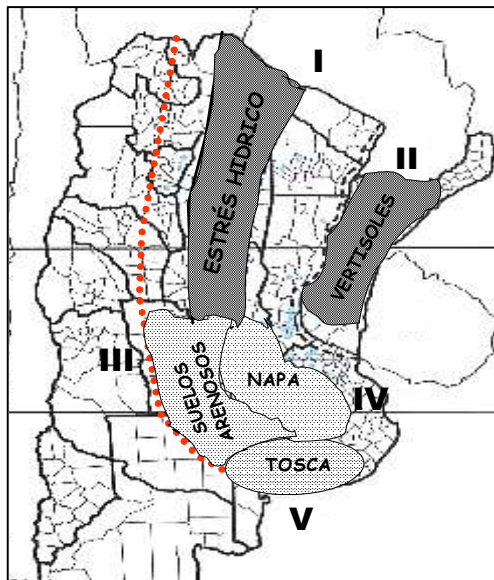


Figura 25: Zonas con limitaciones productivas, extractado de Baigorri, 2002

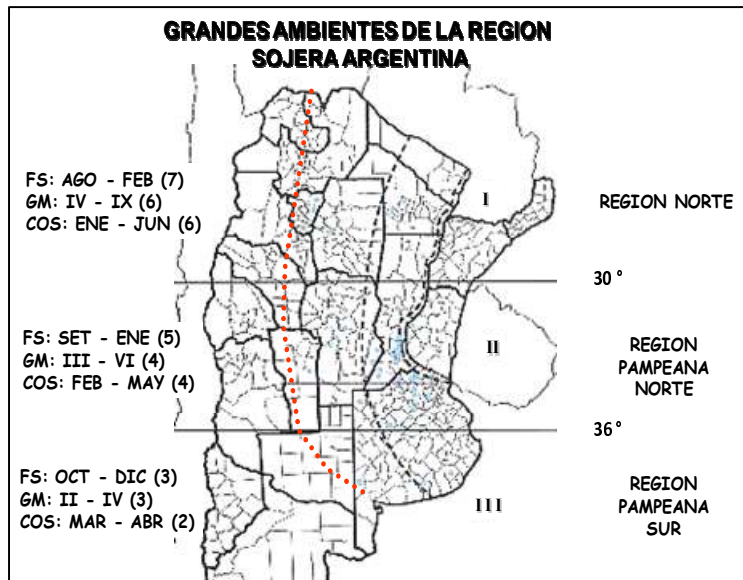


Figura 26: Regiones de producción, fechas de siembra (FS), grupos de madurez utilizados (GM) y período de cosecha (COS)

En Argentina en función del período libre de heladas el área productiva de soja se divide en tres zonas (Figura 26):

- Región Norte** (al norte de los 30° LS): con suelos franco arenosos y limosos hacia el oeste y arcillosos hacia el este. Esta región permite la mayor cantidad de meses posibles para la siembra, comenzando en agosto y culminando en febrero, con meses de cosecha de enero a julio, utilizándose cultivares de GM V en las FS tempranas y a medida que se atrasa la siembra se utilizan materiales de GM más altos.
- Región Pampeana Norte** (entre los 30 y 36° LS): con suelos arenosos a franco arenosos hacia el oeste, y arcillosos hacia el este. Es posible sembrar, siempre y cuando las

precipitaciones lo permitan, a partir de septiembre hasta enero, con meses de cosecha de febrero a marzo, se siembran materiales de GM IV al VII siendo posible utilizar cultivares de ciclo largo de GM III hacia el sur y cultivares de GM VIII hacia el norte.

- c) **Región Pampeana Sur** (al sur de los 36° de LS): con suelos arenosos al oeste y francos hacia el este, donde ambos pueden presentar tosca. Es la región más limitada en cuanto a combinación de GM y FS, comenzando con la siembra a partir de octubre hasta diciembre, con meses de cosecha entre marzo a abril, sembrándose cultivares de GM II al IV.

Características bióticas:

a) **Plagas:**

Siembra-Floración

En este periodo se pueden encontrar:

- Orugas cortadoras
- Barrenador del brote
- Orugas defoliadoras.

Floración-Comienzo de llenado de granos

- Orugas defoliadoras
- Barrenador del brote

Llenado de granos-cosecha

- Chinchas

Orugas cortadoras:

Suelen verse daños en fechas de siembra tempranas, los ataques en general se dan en horas nocturnas.

- **Oruga áspera** (*Agrotis malefida*)
- **Oruga grasienta** (*Agrotis ipsilon*)
- **Oruga variada** (*Peridroma saucia*)
- **Oruga parda** (*Porosagrotis gypaetina*)

Plagas del sistema foliar

- **Oruga medidora** (*Rachiplusia nu*) Las infestaciones de esta especie pueden iniciarse a mediados de diciembre alcanzando los máximos valores en enero.
- **Oruga de las leguminosas** (*Anticarsia gemmatalis*) Los ataques ocurren en marzo-abril, especialmente en sojas de segunda.
- **Oruga militar tardía** (*Spodoptera frugiperda*). En general los ataques son en enero.
- **Oruga bolillera** (*Helicoverpa gelatopoen*) En el centro sur de Córdoba, Santa Fé y norte de Buenos Aires, los ataques más severos y frecuentes ocurren en enero, especialmente en soja de segunda y en condiciones de sequía y altas temperaturas. Los cultivos con vainas en formación ocurren generalmente en marzo y también asociado a altas temperaturas y falta de humedad.
- **Gata peluda norteamericana** (*Spilosoma virginica*) En general los mayores ataques y los más difundidos se producen a fines de febrero y marzo.
- **Falsa medidora** (*Pseudoplusia includens*)

Umbral de daño

Estudios realizados en EE.UU. indicaron que defoliaciones de 1/3 del área foliar en estado vegetativo o de plena floración (R₂) no provocan mermas significativas del rendimiento y que 15 a 17% de defoliación no causan daño en ningún estado de desarrollo. Las pérdidas en los RTO pueden ocurrir con defoliaciones mayores a partir de floración y del inicio del llenado de grano (R₄). A partir de grano de R₆ la tolerancia vuelve a incrementarse. El aumento de la fotosíntesis de las hojas inferiores y la parición de nuevas hojas son mecanismos que permiten la tolerancia al daño sin reducción significativa de los RTO. (Aragón, 2003)

- Barrenador del brote (*Epinotia aporema*)

Los ataques comienzan desde fines de diciembre hasta abril. Los ataques de enero y febrero se producen cuando el cultivo está en estado vegetativo. En las sojas de segunda época de siembra las infestaciones se producen principalmente en marzo y abril. (Aragón, 2003)

- Chinchas

Las chinchas pueden considerarse entre las plagas más importantes de la soja. Varias especies invaden los cultivos a partir de la floración y formación de vainas. Las más comunes en nuestro país son:

- Chinche verde (*Nezara viridula*) es la más frecuente
- Chinche de la alfalfa (*Piezodorus guildinii*) es la más perjudicial

También atacan a la soja, pero en menor proporción, la chinche marrón (*Dichelops furcatus*) y el alquiche chico (*Edessa meditabunda*)

A modo de resumen se detallan los niveles de decisión (NDE) tanto para chinche verde como para chinche de la alfalfa con espaciamiento de entresurcos de 0,52m. (lanonne, 2006)Tabla 3

PLAGA	NDE SEGUN ESTADOS REPRODUCTIVOS DE SOJA		
	R3-R4 Formación de vainas	R5 Formación de granos	R6-7 (1) Después grano lleno
Chinche verde <i>N. viridula</i>	0,6 – 0,7 / m	1,5 / m	5,5 / m
Chinche de la alfalfa <i>P. guildinii</i>	0,4 – 0,5 / m	0,7 / m	3 / m

Tabla 3: NDE para chinche verde y chinche de la alfalfa con EES de 0,52m

(1) Los umbrales correspondientes al estado R5 continuarán siendo los mismos en R6-7, estado a partir de grano lleno, en el caso de soja para semilla.

Otras plagas:

- Chinche subterránea (*Scaptocoris castanea*)
- Oruguita de la verdolaga (*Loxostege bifidalis*)
- Bicho bolita (*Armadillidium vulgare*)
- Siete de oro (larva) (*Astylus atromaculatus*)
- Grillo subterráneo (*Anurogryllus muticus*)
- Trips (*Caliothrips phaseolis*)

- **Arañuela** (*Tetranychus urticae*)
- **Mosca blanca** (*Bemisia tabaci*)

b) **Enfermedades:**

Las enfermedades del cultivo de soja pueden constituirse en importantes factores limitantes de producción; dentro de la diversidad de enfermedades que afectan a la soja se destacan las denominadas enfermedades de fin de ciclo (EFC) que aumentan su intensidad después del estadio de desarrollo R₃₋₄ y que pueden causar pérdidas de RTO del 8-10%.

Con la senescencia de la planta, los mecanismos naturales de resistencia se vuelven menos activos y consecuentemente junto con las condiciones lluviosas y húmedas de ese período aumenta la manifestación de este complejo de enfermedades, además la mayoría afectan la calidad de la semilla cosechada. (Carmona *et al.*, 2004)

Las principales **EFC** son:

Mancha marrón (*Septoria glycines*):

Momento de observación: durante todo el ciclo del cultivo (la enfermedad se manifiesta en estados vegetativos tempranos siendo nuevamente visible en estados próximos de madurez.

Ubicación en la hoja: haz y envés.

Posición en la planta: tercio inferior y medio. (Formento *et al.*, 2005)

Tizón de la hoja (*Cercospora kikuchii*)

Momento de observación: los síntomas son más visibles en estados reproductivos, pero la enfermedad se puede iniciar en la emergencia.

Ubicación en la hoja: principalmente en el haz.

Posición en la planta: tercio superior. (Formento *et al.*, 2005)

Mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*)

Momento de observación: los primeros síntomas se observan próximos a floración.

Ubicación en la hoja: haz y envés.

Posición en la planta: tercio medio y superior. (Formento *et al.*, 2005)

Mancha anillada (*Corynespora cassiicola*)

Momento de observación: estados reproductivos avanzados.

Ubicación en la hoja: haz y envés.

Posición en la planta: tercio medio y superior. (Formento *et al.*, 2005)

Mancha foliar por Alternaria (*Alternaria spp*)

Momento de observación: estados reproductivos avanzados (R₅ en adelante)

Ubicación en la hoja: haz y envés.

Posición en la planta: tercio medio y superior. (Formento *et al.*, 2005)

Oidio (*Microsphaera diffusa*)

Momento de observación: hacia el final del ciclo del cultivo (en algunos años a partir de R₄₋₅)

Ubicación en la hoja: principalmente en el haz.

Posición en la planta: tercio medio y superior. (Formento *et al.*, 2005)

Mildiu (*Peronospora manshurica*)

Momento de observación: estados reproductivos desde inicio de floración.

Ubicación en la hoja: haz y envés.

Posición en la planta: tercio medio y superior. (Formento *et al.*, 2005)

Roya de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*)

Momento de observación: durante todo el ciclo del cultivo, especialmente entre R₁ y R₆

Ubicación en la hoja: envés, en ataques muy severos puede localizarse en el haz.

Posición en la planta: tercio inferior y medio. En lotes sin control químico o en ataques muy tardíos se la observa en el tercio superior. (Formento *et al.*, 2005)

Otras enfermedades:

Tizón de la vaina y tallo (*Phomopsis sojae*)

La infección de la semilla (coloración blanquecina), vía vaina se ha detectado desde R₃. La semilla infestada puede pudrirse o producir infección latente en plántulas. (Carmona *et al.*, 2004)

Antracnosis (*Colletotrichum truncatum*)

La enfermedad causa senescencia foliar temprana de las plantas atacadas. Las semillas infectadas pueden ocasionar plántulas enfermas, debilitadas y muertas. (Carmona *et al.*, 2004)

Enfermedades causadas por bacterias:

Pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*)

Momento de observación: durante todo el ciclo del cultivo.

Ubicación en la hoja: haz y envés.

Posición en la planta: tercio medio y superior. (Formento *et al.*, 2005)

Tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*).

Momento de observación: estados reproductivos avanzados.

Ubicación en la hoja: haz y envés.

Posición en la planta: tercio inferior y medio. (Formento *et al.*, 2005)

Las principales estrategias para el control de todas estas enfermedades incluyen el uso de cultivares tolerantes, tratamiento de semillas, aplicación foliar de fungicidas y el uso de prácticas culturales (rotación de cultivos, fechas de siembra, densidad de plantas, etc.). (Carmona *et al.*, 2004)

c) **Malezas**

En la actualidad, el uso masivo de glifosato, ha determinado la aparición de malezas con distintos grados de tolerancia a dicho herbicida. Además es importante tener en cuenta la relación que existe entre las dosis a utilizar y el estado de desarrollo de las malezas ya que a medida que se baja la dosis de producto y se avanza en el estado de desarrollo, el control será menos efectivo. (Rodríguez, 2004)

A continuación se citan algunas especies con grado de tolerancia a glifosato:

Commelina erecta “flor de Santa Lucía”

Parietaria debilis “ocucha”

Iresine difusa “pluma”

***Vicia* sp.** “vicia”

Vinca major “vinca”

Oenothera rosea* y *O. indecora “flor de la oración”

Sphaeralcea bonariensis “malva blanca”

Convolvulus arvensis “corregueta”

Trifolium repens “trebol blanco” (Rodríguez, 2004)

2. Elección adecuada de la FS y GM. Una vez caracterizado el ambiente el paso más importante es la **selección y combinación de FS y GM**, constituyéndose en la principal herramienta para la elección del cultivar de soja, y define las prácticas de manejo adecuadas en la búsqueda y obtención de los máximos RTO. (Toledo, 2006). La soja debe sembrarse en una fecha tal que la ocurrencia del período crítico para la determinación del RTO ocurra en condiciones ambientales favorables; para ajustar dicho momento el productor cuenta con dos elementos claves: el ciclo de la variedad y la FS (Andrade *et al.*, 2000).

Los cultivares comerciales de soja se agrupan en GM o grupos de precocidad de los cuales de los trece (000 al X) existentes en el mundo, ocho son utilizados en Argentina (II al IX); este agrupamiento se basa fundamentalmente en la duración de la etapa de emergencia (VE) a floración (R₁), esta característica explica la distribución geográfica de los GM en el área de producción de soja (De la Vega *et al.*, 2004).

La soja es una planta de días cortos con respuesta cuantitativa y cualitativa, en función de dicha respuesta cada GM tiene un comportamiento medio en una banda latitudinal de adaptación

(aproximadamente 200km de longitud), al sur de dicha banda responderá como un GM mayor (mayor ciclo), lo que implica que si la floración se retrasa el llenado pueda ser interrumpido por heladas tempranas; por el contrario al norte de la banda de adaptación el GM se comporta como un GM menor (menor ciclo) y un retraso en la FS ocasiona una reducción del tamaño de la planta que trae como consecuencia menor RTO. Los GM que se pueden sembrar en una franja disminuye de norte a sur debido al acortamiento del período libre de heladas; en nuestro país los cambios en latitud modifican el largo del ciclo de cada uno de los cultivares, dicha longitud se incrementa a medida la siembra ocurre en latitudes mayores, es decir cuando mas al sur se los siembra, mayor es el largo del ciclo. (Figura 27)

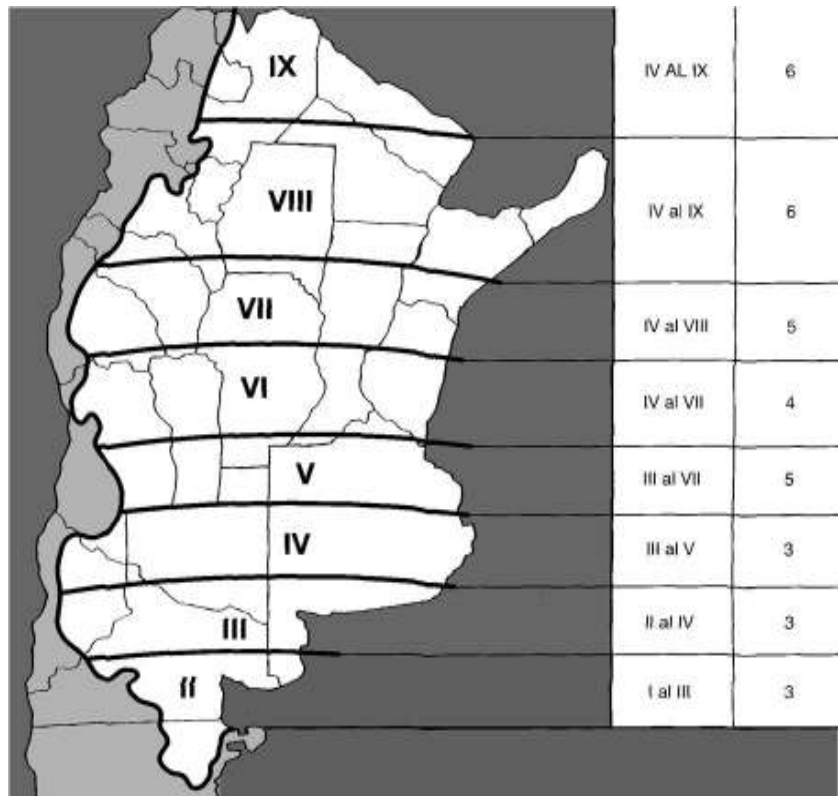


Figura 27: Franjas latitudinales de adaptación, Baigorri 1997

3. Elección del cultivar

Las características del cultivar que deberán tenerse en cuenta son:

- a) Longitud de ciclo
- b) Hábito de crecimiento

- c) Respuesta fenológica ante modificaciones de la FS
- d) Comportamiento frente a enfermedades y plagas
- e) Vuelco
- f) Potencial de RTO y estabilidad
- g) Calidad de semilla, etc.

La planta de soja puede presentar tres tipos de **Hábito de crecimiento**:

- a) **HC determinado:** Una vez que se inicia R_1 el tallo principal termina la producción de nudos y su crecimiento en altura, formándose en su extremo apical un ramillete floral. La superposición entre crecimiento vegetativo y reproductivo es de un 20%, dicho desarrollo vegetativo luego de R_1 se produce en las ramas. Florecen a partir de la porción media del tallo principal. Los GM V, VI, VII, VIII y IX tienen este tipo de HC. Figura 28



Figura 28: HC determinado

- b) **HC indeterminado:** Luego de R_1 continúa diferenciando nudos, donde es posible que el número de nudos luego de la floración se duplique y hasta triplique; la superposición entre vegetativo y reproductivo es de un 40% o más. Florecen a partir de la porción basal del tallo principal. Los GM II, III, IV, los cultivares de ciclo más largo del GM V, algunos materiales de GM VI y GM VII tienen este tipo de HC. Figura 29



Figura 29: HC indeterminado

- c) **HC semideterminado:** Los tallos continúan creciendo vegetativamente luego iniciado R_1 para luego terminar en un ramillete floral como los de HC determinados. Algunos materiales de GM V y VI tienen HC semideterminado.

En función de los tres HC descriptos, generalmente los cultivares determinados presentan menor AP, los semideterminados AP intermedias y los indeterminados mayor AP, siempre y cuando se compare cultivares de la misma longitud de ciclo en una misma FS. (Baigorri, 2002) Por ejemplo un cultivar GM VI de HC determinado tendrá menor AP que un cultivar de GM VI semideterminado y este a su vez registrará menor AP que un cultivar de GM VI de HC indeterminado sembrados todos en la misma FS.

En general los GM presentan los siguientes requerimientos y características:

Materiales de GM menores

Requerimientos:

1. Mayor stand de plantas
2. Adecuada distribución del stand de plantas
3. Limitaciones físico-químicas de suelos reducidas

4. Mayor control de plagas, enfermedades, etc.

Características:

1. Menor tendencia al vuelco
2. En ambientes de alta fertilidad y disponibilidad hídrica responden con mayor RTO
3. Sembrados en FS tempranas tienen mayores posibilidades de escape a EFC
4. Desocupan más rápido los lotes por menor longitud de ciclo
5. Son más proclives a problemas de calidad de semilla
6. Presentan inestabilidad de RTO, con directa relación a la adecuada elección de la FS, etc.

Materiales de GM mayores

Requerimientos:

1. Menor stand de plantas
2. Se adaptan a suelos con limitantes físico-químicas, etc.

Características:

1. Son proclives al vuelco bajo situaciones de alta calidad ambiental, esto es FS de noviembre y principio de diciembre, y en campañas con buena disponibilidad hídrica
2. Mayor capacidad de competencia con las malezas por su mayor desarrollo y crecimiento
3. Son de mejor respuesta ante deficiencias de manejo del cultivo, es decir son más tolerantes ante errores en el control de plagas y enfermedades, etc.

Las denominaciones comerciales de las diferentes empresas, identifican a los cultivares con siglas que corresponden al nombre de la empresa, luego le siguen 4 números (a los fines prácticos importan los 2 primeros), y por último las siglas RR (resistente a Round Up) o RG (resistente a Glifosato). Por ejemplo la variedad **DM 4200 RR** pertenece a la empresa Don Mario, donde el primer número indica que este cultivar pertenece al GM IV, y el segundo número indica el largo de ciclo de este genotipo dentro del GM, por lo tanto esta denominación identifica a una variedad de GM IV de ciclo corto. Si se habla de **A 5777 RG** se trata de un cultivar de la empresa Nidera de GM V de ciclo largo. Puede ocurrir que algunas empresas la variedad pueda ser identificada a través de los dos números finales, p ej: **TJ 2170 RR**, denominación que indica una variedad que pertenece a la empresa La Tijereta de GM VII de ciclo corto.

La **juvenilidad** es una característica genética que permite mayor desarrollo vegetativo, retrasando el inicio de R_1 , esta característica puede encontrarse en algunos cultivares de GM más altos de HC determinado con mayor sensibilidad fotoperiódica y que florecen con menor AP. La incorporación de este carácter tiene como objetivo la obtención de cultivares adaptados a mayores rangos de latitud y época de siembra. La juvenilidad permite que los cultivares de HC determinado y semideterminado registren mayor AP, y que a su vez tengan mayor plasticidad a la FS, y que su siembra pueda adelantarse más y ser cultivados más al norte que los del mismo HC que no posee esa característica. (Baigorri, 2002)

El **vuelco** es otra característica que se expresa con relación directa a las condiciones ambientales. Los grupos mayores de HC ind 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 espaciamiento entre surcos, son prácticas de manejo recomendables, a su vez esta característica suele verse reducida en lotes con limitaciones físico-químicas. Los GM bajos son los más susceptibles al deterioro de **calidad de semilla**, debido a que su maduración es más temprana

en siembras anticipadas, por lo que son sometidas a mayores temperaturas aumentando la posibilidad de deterioro del grano, además es destacable señalar que a mayor tamaño de grano es más proclive al deterioro en su calidad física.

4. **Distribución espacial.** El adecuado manejo del espaciamiento entre surcos tendrá como objetivo lograr una mejora en la cobertura del suelo para maximizar la captación de la radiación solar, considerando que a menor distancia entre surco:

1. Se reduce el vuelco y altura
2. Se reduce la emergencia tardía de malezas
3. Es menor el tiempo para alcanzar el IAF crítico
4. Se reduce la erosión del suelo
5. Se distribuye más uniformemente el sistema radical

La soja es una especie con alta plasticidad a la **densidad de siembra**, ante cualquier situación de estrés tiene una alta capacidad de compensación ya sea a través de mayor producción de ramas y frutos por planta. La densidad de plantas óptima es aquella que:

1. Permite un buen crecimiento evitando el vuelco
2. Reduce la incidencia a enfermedades
3. Asegura una adecuada inserción de las vainas inferiores

La densidad óptima a su vez depende de:

1. La fecha de siembra (tanto en siembras tardías, como extratempranas (septiembre) es conveniente aumentar la densidad)
2. La latitud (a mayor latitud las densidades óptimas tienden a ser mayores)
3. Condiciones ambientales (cuando el ambiente limita el crecimiento del cultivo, es necesario incrementar la densidad)
4. Características del cultivar (los cultivares con mas crecimiento, ya sea por su mayor longitud de ciclo, tendencia al vuelco o altura, tienen densidades óptimas menores)
5. Espaciamiento entre surcos

Con respecto a la FS y GM utilizados en las tres regiones sojeras:

Región Norte:

La época de siembra extiende entre la 1^{er} quincena de septiembre y la 2^{da} quincena de enero o 1^{er} quincena de febrero.

En el plan de siembra se utilizan **GM V al IX** comenzando con el **GM V de HC ind**, el **GM V de HC det** puede utilizarse entre la **2^{da} quincena de septiembre y todo octubre**; entre la **2^{da} de octubre y todo noviembre** puede sembrarse el **GM VI**; el **GM VII de HC ind** entre **noviembre y diciembre** y el **GM VII de HC det** entre la **2^{da} quincena de noviembre y 1^{er} quincena de enero**; el **GM VIII y IX** se puede sembrar entre la **2^{da} quincena de diciembre y la 2^{da} de enero**.

En la Región Norte a medida que se atrasa la FS, mayor debe ser el GM ha utilizar (Figura 30)

		FECHA DE SIEMBRA				
GM	HC	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
V	I	MUY ALTA				
	D	ALTA				
VI	I			MEDIA		
	D			MEDIA a ALTA		
VII	I			BAJA		
	D			BAJA a MEDIA		
VIII y IX	I					MUY BAJA
	SD					BAJA MUY BAJA

Figura 30: FS y GM recomendados para la región Norte en base a la calidad ambiental: de Muy Alta a Muy Baja, adaptado de Baigorri 1997

Región Pampeana Norte:

La FS recomendada se extiende entre la 2^{da} quincena de septiembre y la 1^{era} de enero.

Se utilizan cultivares de **GM III al VI**. En siembras extratempranas (**septiembre-1^{er} quincena de octubre**) se utilizan cultivares de **GM V de HC ind** y **de GM VI del mismo HC** (menos disponibilidad en el mercado), en FS óptimas entre la **2^{da} quincena de octubre y la 1^{er} quincena de noviembre** se recomienda **GM IV de ciclo largo** y si mejores condiciones ambientales lo permiten en la **1^{er} quincena de noviembre** se pueden sembrar materiales de **GM III de ciclo largo**, en **diciembre** lo recomendable son los GM mayores nuevamente comenzando con los **GM V, VI de HC ind** y hacia **fin de diciembre y 1^{er} quincena de enero** con los **GM mayores de HC det.** (Figura 31)

		FECHA DE SIEMBRA				
GM	HC	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
III	I			MUY ALTA		
IV	I			ALTA MUY ALTA		
V	I		MEDIA a BAJA		MEDIA a BAJA	
	D				MEDIA a ALTA	
VI	I		BAJA		BAJA a MUY BAJA	
	D				ALTA	

Figura 31: FS y GM recomendados para la región Pampeana Norte, en base a la calidad ambiental: de Muy Alta a Muy Baja, adaptado de Baigorri 1997

En la Región Pampeana Norte si se siembra en FS extratempranas de septiembre principio de octubre (esto limitado por la disponibilidad hídrica) se utilizan GM altos de HC indeterminados (en general GM V), en FS óptimas de fines de octubre y noviembre se siembran GM más bajos (en

general GM IV) y a partir de diciembre a medida que se atrasa la FS se aumenta nuevamente el GM. (Figura 30)

Región Pampeana Sur:

La época de siembra se extiende entre la 2^{da} quincena de octubre y la 1^{er} quincena de noviembre

Se emplean **GM II, III y IV** donde a partir de la **2^{da} quincena de octubre** (mes que brinda mayor seguridad en la obtención de mayores RTO) hasta la **1^{er} quincena de noviembre** se utilizan materiales de ciclo largo de **GM IV** cuando el ambiente es de menor calidad y cuando este tiene características intermedias puede utilizarse un cultivar de ciclo más corto del mismo GM; los materiales de mayor ciclo de **GM III** pueden sembrarse en la **1^{er} quincena** y los más cortos en la **2^{da} quincena de noviembre**; el **GM II** puede utilizarse entre la **2^{da} quincena de noviembre y 1^{er} quincena de diciembre**.

Es decir en la Región Pampeana Sur a medida que se atrasa la FS menor debe ser el GM utilizado. (Figura 32)

		FECHA DE SIEMBRA				
GM	HC	SET	OCT	NOV	DIC	ENE
II a III corto	I			MUY ALTA		
III medio-largo	I			ALTA		
IV corto	I			MEDIA		
IV largo	D		BAJA			

Figura 32: FS y GM recomendados para la región Pampeana Sur, en base a la calidad ambiental: de Muy Alta a Muy Baja, adaptado de Baigorri 1997

USO DE AGUA

La evapotranspiración de los cultivos (ETC) es la suma de la evaporación desde el suelo y la transpiración desde las plantas (cuando no hay deficiencias de agua) La evapotranspiración real (ETR) es la cantidad de agua evapotranspirada por el cultivo en las condiciones ambientales en que se desarrolla; en condiciones de estrés la ETR es siempre menor a la ETC. La ETC se calcula como el producto de la evapotranspiración potencial (ETP) y el coeficiente de cultivo (Kc), dicho producto permite cuantificar el requerimiento de agua del cultivo. (Della Maggiora *et al.*, 2000).

La ETP generalmente se la calcula incorporando distintos datos climáticos, el método de Penman permite estimarla, ya que es un método semiempírico que en general presenta buen comportamiento para distintas regiones climáticas, y combina los principales factores que gobiernan la pérdida de agua, como la radiación solar, la temperatura, la humedad del aire y la velocidad del viento. (Della Maggiora *et al.*, 2000) El Kc varía en función del estadio del cultivo y altamente dependiente de su cobertura. Por esto habrá varios valores de Kc durante su ciclo evolutivo (Andreani, 1997) Figura 33

La eficiencia de uso del agua (EUA) es la relación entre la biomasa o la producción de granos (kg ha⁻¹) y el consumo de agua en milímetros (mm) necesarios para dicha producción. En el caso de la

soja se registraron valores entre $5\text{-}6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ y $11 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. (Della Maggiora *et al.*, 2000), por todo esto se toma el valor de $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ como **EUA promedio** para soja.

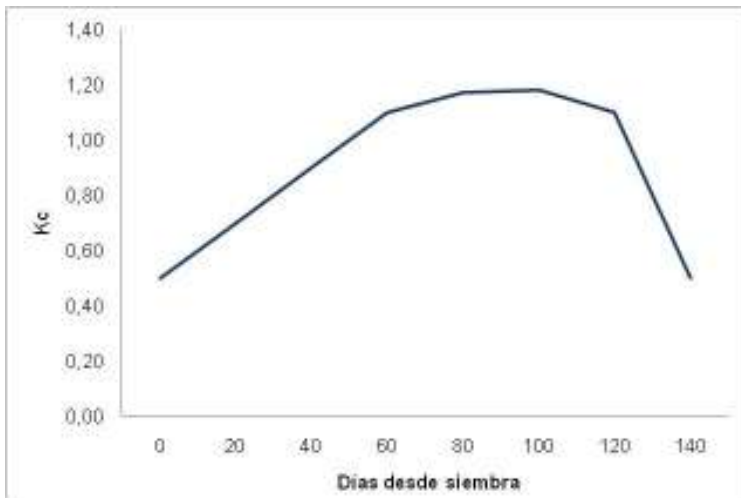


Figura 33: Variación del Kc durante el ciclo del cultivo de soja, Andriani 1997

El consumo de agua del cultivo va a depender de:

1. **la demanda atmosférica:** a mayor demanda atmosférica la planta evapotranspira mayor cantidad de agua, hasta un límite fijado por el potencial agua de sus hojas, y depende de: la radiación incidente, la temperatura, la humedad relativa del aire y del viento.
2. **la duración del ciclo del cultivo:** mayor largo del ciclo del cultivar, mayor es la cantidad de agua consumida, esta longitud

depende de la FS y el GM utilizado.

3. **el área foliar desarrollada:** Casi toda el agua transpirada pasa a través de estomas ubicados en la superficie de las hojas. De manera que a medida que aumenta el área foliar aumenta linealmente el consumo de agua del cultivo.

En condiciones de secano es muy frecuente que las necesidades de agua del cultivo no sean satisfechas, en estas condiciones la disponibilidad de agua va a depender de:

1. **las precipitaciones:** Las mismas varían en intensidad y distribución de campaña en campaña y de localidad en localidad. Desde el punto de vista agrícola, la precipitación total que llega a la superficie del suelo se divide en dos componentes:
 - a. La precipitación efectiva: agua que infiltra y llega a la zona radical del cultivo.
 - b. La precipitación escurrida: agua que no ingresa al sistema y escurre sobre la superficie, esta última es un proceso denominado escurrimiento superficial y que aumentará cuando mayor sea:
 - i. La intensidad de la lluvia
 - ii. La pendiente del suelo
 - iii. La humedad del horizonte superficial
 - iv. La falta de cobertura en la superficie del suelo
2. **la exploración de raíces:** la máxima profundidad de las raíces es lograda aproximadamente en el estado R₅, dependiendo del genotipo, la profundidad exploratoria de las raíces es próxima a los 2m, dicha exploración depende de:
 - a. La densidad del suelo
 - b. El estado nutricional del cultivo

c. El largo de ciclo

En la Figura 35 se observa la profundidad efectiva de las raíces obtenidas en Manfredi (Córdoba), sobre un suelo Haplustol éntico, con un registro máximo de 2,3 m de profundidad (Dardanelli, 1997).

En la Figura 36 se presenta un patrón de desarrollo de la parte aérea y del sistema radical de un cultivo de soja.

GM	PR (cm)	Estado
VII	230	R4
V	190	R4
III	130	R4

Figura 35: Profundización radicular de diferentes GM de soja, Dardanelli, 1997

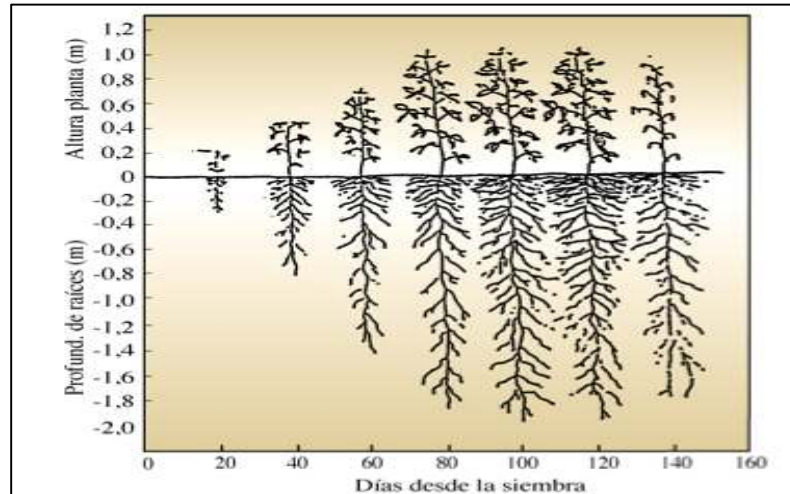


Figura 36: Patrón de crecimiento de raíces y parte aérea de un cultivo de soja, Andriani 1997

3. **la capacidad de almacenaje de agua:** directamente relacionada con la textura y porosidad del suelo, en el área sojera núcleo predominan los suelos franco-limosos, que son los de mayor capacidad de retención. (Andriani *et al.*, 1997).

Existen tres subperíodos con respuesta diferenciada según el momento de ocurrencia de estrés:

1. **De VE a R1:** En este período deficiencias hídricas de mediana intensidad no producen reducciones en el RTO pero pueden afectar la AP y el área foliar; mayor intensidad de estrés pueden ocasionar reducciones del 10% del RTO.

2. **De R1 a R5:** Este período es más susceptible a la etapa anterior, intensidades medias pueden reducir un 10% del RTO y deficiencias severas pueden producir reducciones de un 20% o más, esto es provocado por el aborto de flores y vainas siendo en parte compensado con el peso de los granos, si cesa la

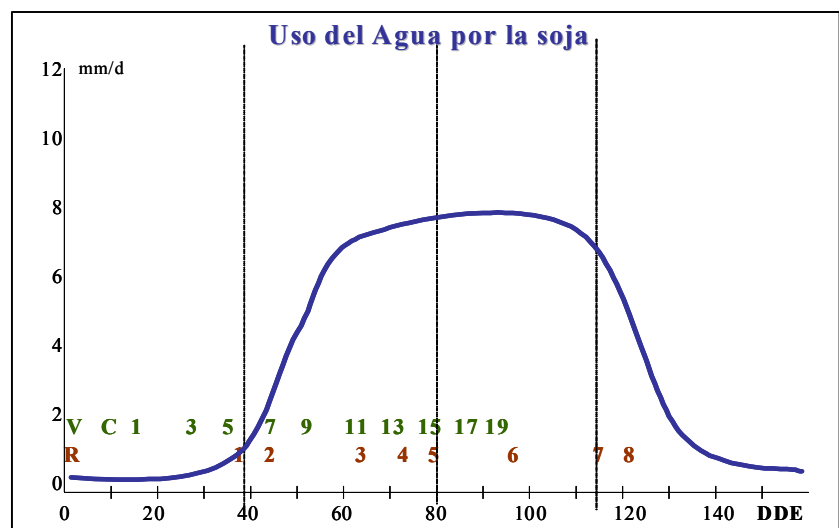


Figura 34: Consumo de agua (mm) y subperíodos críticos del cultivo

deficiencia hídrica en la etapa posterior.

3. **De R5-R7:** Es el período más crítico del cultivo, ya que el estrés provoca reducciones simultáneas del número de vainas, del número de granos por vainas y del peso de los granos, sin que haya probabilidad de compensación. Deficiencias hídricas severas pueden producir pérdidas de RTO muy importantes (40% o más). (Andreani, 2006)

CONSIDERACIONES FINALES

- ✓ La época de siembra en donde los cultivares de GM III y IV logran mayores RTO es entre la 2^{da} quincena de octubre y la 1^{er} quincena de noviembre, destacándose los materiales de ciclo largo de GM IV como los de mejor performance.
- ✓ Si bien en la región son bajas las probabilidades de siembra en fechas extratempranas (fines de septiembre y 1^{er} quincena de octubre) los GM V de HC ind son los de mejor respuesta productiva.
- ✓ En siembras tardías si bien los RTO son similares (con excepción del GM III) hubo predominio en el rendimiento de los GM mayores, en esta época se considera la misma pauta de manejo que el punto anterior: siembra de GM altos pero con cultivares de menor ciclo.
- ✓ Los cultivares de GM III y IV logran mejor balance entre destino vegetativo y reproductivo entre la 2^{da} quincena de octubre y la 1^{er} quincena de noviembre, en cambio los GM más altos lo logran en siembras más tempranas y tardías.
- ✓ El acortamiento de la distancia entre hileras permite compensar en parte, principalmente en los GM más bajos, la marcada caída en la eficiencia de interceptación de radiación por parte del cultivo, permitiendo mejorar la cobertura del suelo y mejorar la eficiencia en la cosecha, siendo esto una adecuada práctica de manejo cuando se siembran materiales de GM bajos en FS inadecuadas.
- ✓ Cuando la AP es menor a 0,70m es factible obtener RTO de hasta 20% mayor cuando se reduce el espaciamiento entre hileras. (Toledo *et al*, 2002)
- ✓ A partir de la FS del 14/10, el GM III perdió 28kg ha⁻¹ por cada día de atraso en la siembra, el GM IV de ciclo corto redujo 24 kg ha⁻¹ y el de ciclo largo 25 kg ha⁻¹; el GM V de HC indeterminado disminuyó 15 kg ha⁻¹, el GM V de HC determinado 9 kg ha⁻¹, el GM VI de HC indeterminado 18 kg ha⁻¹, y el GM VI de HC determinado disminuyó 10 kg ha⁻¹ por cada día de atraso en la FS de siembra.
- ✓ El GM III fue el más inestable desde el punto de vista productivo a medida que se modificó la FS, el GM V de HC determinado fue el más estable a lo largo de las diferentes FS.
- ✓ El NG es proporcional a las tasas de crecimiento del cultivo durante el período crítico de determinación del RTO (Vega, 2006)

- ✓ La utilización de cultivares de mejor genética, la inoculación del material, la fertilización del cultivo en forma conveniente, la combinación adecuada de la FS y el GM, entre otras, son prácticas que permitirán acortar la brecha entre el RTO potencial y el real.
- ✓ Los análisis de agua y suelo deben constituirse en prácticas habituales de manejo, constituyéndose en la herramienta principal para conocer el ambiente de producción.

Es posible lograr producciones sustentables de soja en concordancia con la aptitud agroambiental de cada sitio. Este cultivo ha sido motor de la reactivación económica del campo y no hay motivo científico-tecnológico para que deje de ser un cultivo clave. Para ello debe ser insertada en suelos aptos para su cultivo dentro de rotaciones adaptadas a las condiciones locales, con sistemas de siembra con menor remoción del suelo y otras medidas conservacionistas y considerando a la reposición de los nutrientes como una herramienta fundamental de manejo. (AACCS, 2008)

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la cátedra de Cereales y Oleaginosas. FCA-UNC.

A los estudiantes que acompañaron y acompañan en los ensayos de FS y GM.

Al personal del Campo Escuela, FCA-UNC.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Argentina de la ciencia del suelo (AACCS), 2008. (en línea) En: [http://www.fca.unl.edu.ar/noticias/la soja y el suelo.pdf](http://www.fca.unl.edu.ar/noticias/la_soja_y_el_suelo.pdf). (consultado: 02/05/08)

Andrade, F. y A. Cirilo, 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

Andriani, J., 1997. Uso del agua y del riego. En: El cultivo de la soja en Argentina. Ed: L. Giorda y H. Baigorri. Córdoba pp 143-150.

Andriani, J.; 2006. Dinámica del agua en el cultivo de soja. En: Soja. Actualización 2006. Informe de Actualización técnica n° 3. Marcos Juárez. pp 24-30

Baigorri, H., 1997. Calidad de la semilla. En: El cultivo de la soja en Argentina. Ed: L. Giorda y H. Baigorri. Córdoba pp 90-101

Baigorri, H., 1997b. Elección de cultivares. En: El cultivo de la soja en Argentina. Ed: L. Giorda y H. Baigorri. Córdoba pp 107-122

Baigorri, H., 1997c. Ecofisiología del cultivo. En: El cultivo de la soja en Argentina. Ed: L. Giorda y H. Baigorri. Córdoba pp 31-49

Baigorri, H., 2002. Conclusiones sobre el efecto de la fecha de siembra en el desarrollo y crecimiento de los cultivos. En: Manejo del cultivo de la soja en Argentina. Actualizaciones. Ed: H. Baigorri, Marcos Juárez. pp 100-111

- 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^{ra} edición. Ed: M. Díaz Zorita y G. Duarte, Buenos Aires. pp 39-77
- Carmona, M., D. Ploper, P. Grijalba, M. Gally y D. Barreto, D. 2004. Enfermedades de fin de ciclo del cultivo de soja. Guía para su reconocimiento y manejo, Buenos Aires. 20pp
- Dardanelli, J., 1997. Uso del agua y del riego. En: El cultivo de la soja en Argentina. Ed: L. Giorda y H. Baigorri. Córdoba pp 143-150.
- De la Vega, A., E. de la Fuente., 2004. Elección de genotipos. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2^{da} edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 319-345
- Della Maggiora A., J. Gardiol y A. Irigoyen. 2000. Requerimientos hídricos. En: Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Eds: F. Andrade y V. Sadras, Buenos Aires. pp 155-171
- EEA INTA Marcos Juárez, 2007. RECSO. Información para Extensión n° 113. Ed: *Fuentes et al.*, INTA Marcos Juárez
- Fehr W., C. Caviness, D. Burmood y J. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*. Vol 11: 929-93
- Formento N., J. de Souza, J. Velázquez, I. Vicentin y I. Gioco. 2005. Guía Práctica de Identificación Roya Asiática & Enfermedades Foliares de la Soja. Serie Extensión n° 36 EEA INTA Paraná. pp 39
- Hicks, D, 1983. Crecimiento y desarrollo En: Fisiología, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja. Ed: Norman G. pp 19-43
- Ianonne, N, 2006. Chinchas en soja. Niveles de decisión para su control según especies y cultivo. En: <http://www.elsitioagrico.com/plagas/intapergamino/20060119UmbralControlChinchasSoja.asp> (Consultado: 27/02/09)
- Kantolic, A., P. Giménez y E. de la Fuente, 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de soja. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2^{da} edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 167-195.
- Kantolic, A, y E. Satorre, 2004b. Elementos centrales de ecofisiología del cultivo de soja. En: Manual práctico para la producción de soja. 1^{ra} edición. Ed: M. Díaz Zorita y G. Duarte, Buenos Aires. pp 19-37
- Kantolic, A., P. Giménez; E. de la Fuente y P. Giménez 2006. Capítulo 2.2: Soja En: Cultivos Industriales. 1^{ra} edición. Ed: E. de la Fuente *et al.*, Buenos Aires. pp 95-141.
- Martinez Alvarez; A. Z. Corral y S. B. Bologna, 1995. Adaptación, Estabilidad relativa y rendimiento medio de cultivares de soja en Villa Mercedes (San Luis) En libro del 1^{er} Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. Pergamino, Asociación Ingenieros Agrónomos de la zona norte de la Provincia de Buenos Aires. pp 120-133
- Mulin, E. y K. Alvarez, 2004. El gran libro de la siembra directa. Editorial Facultad de Agronomía. UBA. pp 142-147
- Norman, G. 1983. Fisiología, mejoramiento, cultivo y utilización de la soja. pp 19-118
- Pascale, A., E. Damario, 2004. Acción de los elementos meteorológicos sobre los cultivos agrícolas. En: Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. pp 61-101
- Piper, E, K. Boote, J. Jones y S. Grimm. 1996. Comparison of two phenology models for predicting flower and maturity date of soybean. *Crop Science*. Vol. 36: 1606-1614

Rodríguez N. 2004. Malezas nuevas o malezas viejas que se adaptan a los nuevos sistemas. Malezas con grados de tolerancia a glifosato. Boletín n° 1. EEA INTA Manfredi

Sadras, V., M. Ferreiro, F. Gutheim y A. Kantolic, 2000. Desarrollo fenológico y su respuesta a temperatura y fotoperíodo. En: Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. Eds: F. Andrade y V. Sadras, Buenos Aires. pp 29-38.

Satorre, E., 2003. El libro de la Soja, Ed: E. Satorre, Buenos Aires.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimento, 2009. Estimaciones Agrícolas Mensuales. (en línea) En: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>. (Consultado: 02/02/09)

Shibles, R. y C. Wheber. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans *Crop Science*. Vol. 5 N°6 1606-1614

Soldini, D. 2008. Algunas bases para el manejo del cultivo de soja. Informe de Actualización Técnica n° 10. EEA INTA Marcos Juárez. pp 13-17

Toledo, R., O Rubiolo. 2006. Manejo del cultivo de soja en el centro-norte de Córdoba (en línea) En: <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=6160&publi=&idSec=49&id2=6161> (consultado: 18/04/08)

Toledo, R. y G. Moya. 2008. Respuesta diferenciada de grupos de madurez de soja según fecha de siembra. Informe de Actualización Técnica n° 10. EEA INTA Marcos Juárez. pp 32-34.

Vega, C. 2006. Ecofisiología del cultivo de soja. (en línea) En: <http://www.planetasoja.com.ar/trabajos/trabajos800.php?id1=12539&idSec=7&publi=> (consultado: 02/05/08)

ANEXO:

Tabla 1: Listado de cultivares sembrados con distancia de entresurco de 0,52m sembradas en las campañas 2002/08 en el campo escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC (31°19'LS, 64°13'LV), en el marco de proyectos coordinados por la EEA INTA Marcos Juárez

	Cultivares	Criadero	Campaña	Hábito de Crecimiento
GM III largo	DM 3700	Don Mario	2002/08	Indeterminado
	A 3901	Nidera	2002/04	Indeterminado
	DM 3950	Don Mario	2002/03	Indeterminado
GM IV corto	DM4200	Don Mario	2004/08	Indeterminado
	A 4303	Nidera	2003/04	Indeterminado
	DM 4400	Don Mario	2002/03	Indeterminado
GM IV largo	DM 4600	Don Mario	2002/08	Indeterminado
	DM 4800	Don Mario	2002/04	Indeterminado
	DM 4870	Don Mario	2004/08	Indeterminado
	RAR418	Sta Rosa	2005/06	Indeterminado
	DM 50048	Don Mario	2002/05	Indeterminado
	A 4910	Nidera	2002/04	Indeterminado
	TJ 2049	La Tijereta	2004/05	Indeterminado
GM V	A 5409	Nidera	2002/04	Indeterminado
	RAR 514	Don Mario	2004/08	Indeterminado
	A 5520	Nidera	2002/03	Determinado
	Rafaela 58	Relmo	2002/03	Determinado
	A 5901	Nidera	2002/04	Determinado
	A 5766	Nidera	2004/08	Determinado
GM VI	A 6411	Nidera	2003/08	Determinado
	A 6445	Nidera	2002/03	Determinado
	RAR 626	Sta Rosa	2004/05	Indeterminado
	Nva Andrea 66	Relmo	2005/08	Indeterminado
GM VII	A 7636	Nidera	2002/06	Determinado
	A7321	Nidera	2006/08	Indeterminado

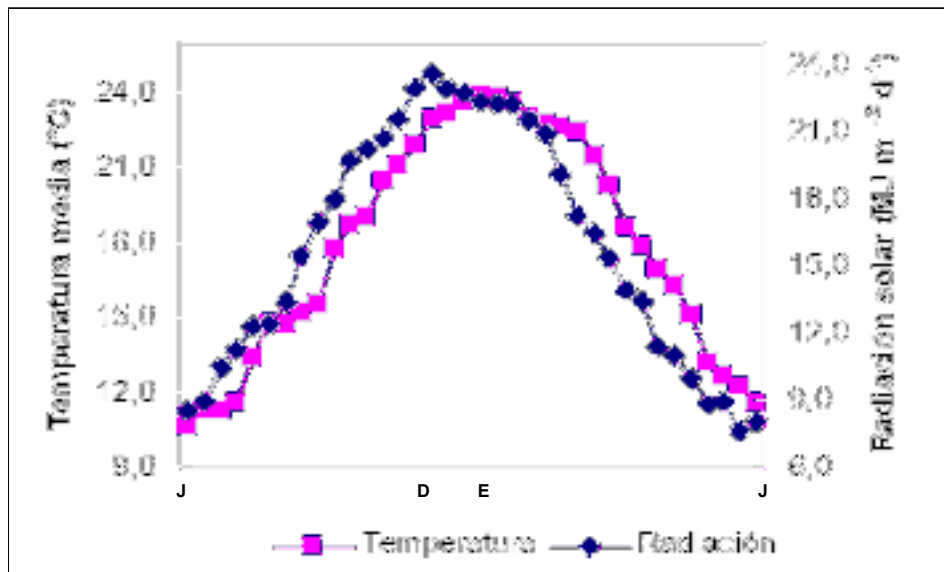
DATOS CLIMATICOS:

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
PP (mm) 2002-2003	0	53	132	127	133	71	147	84
PP (mm) 2003-2004	0	19	93	181	11	27	28	50
PP (mm) 2004-2005	0	45	92	168	185	87	140	28
PP (mm) 2005-2006	13	61	73	86	234	45	60	121
PP (mm) 2006-2007	15	41	133	141	100	88	170	121
PP (mm) 2007-2008	67	11	25	71	98	126	129	43
PP (mm) Histórico	34	75	101	121	118	95	102	54

Datos de precipitaciones históricas INTA Manfredi, y de la campañas 2002-03 al 2007-08, obtenidos de la estación metereológica del campo escuela

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Radiación (mj m ²)	16,8	20,8	26,4	25,6	24,5	20,3	16,3	19,5
Temperatura media (°C)	14,3	18,2	20,4	22,5	24,3	22,1	19,7	16,0
ETo	3,2	4,4	5,8	5,7	5,8	4,4	3,5	3,9

Datos de la campaña 2007-08, obtenidos de la estación metereológica del INTA Manfredi Lat: 31° 49' 12"-Long: 63° 46' 00"



Evolución de la temperatura media y radiación solar decádica entre Julio y Junio en Córdoba