

Comportamiento fenológico de diferentes grupos de madurez de soja (*Glicine max*) en Uruguay. Ubicación temporal del período crítico

Giménez, L.¹

¹Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental Dr. "Mario A. Cassinoni". Departamento de Producción Vegetal. Cereales y Cultivos Industriales. Ruta 3, Km. 363. Paysandú. URUGUAY. Correo electrónico: kapoexe@fagro.edu.uy

Recibido: 4/4/07 Aceptado: 19/12/07

Resumen

El conocimiento de la fenología y la ubicación temporal del período crítico(PC) de determinación del rendimiento en soja, son aspectos a considerar en la elección del cultivar y en la definición de las prácticas de manejo del cultivo. El estudio consistió en caracterizar la fenología de seis grupos de madurez(GM) y delimitar la ubicación temporal del PC en condiciones diferentes de fotoperíodos y temperaturas. Las variaciones ambientales fueron causadas por cambios en las localidades y en las fechas de siembra(FS). Las FSs evaluadas fueron: octubre, noviembre y diciembre y los experimentos se realizaron simultáneamente, en dos localidades del Litoral, durante dos años consecutivos y sin limitantes de agua y nutrientes. La FS fue el factor más importante en determinar el comportamiento fenológico, en la medida que las FSs se atrasaron los ciclos en los seis GMs se acortaron. En las localidades del norte, se presentaron ciclos más cortos y anterior ubicación del PC. En los GMs III y IV el rango de ubicación temporal del PC resultó más amplio y dependiente de la FS, en cambio los GMs VII y VIII mostraron el rango menor de ubicación del PC y menos dependencia en la ubicación final del mismo de la FS utilizada.

Palabras clave: fenología, fotoperíodo, temperatura

Summary

Phenologic behavior of different soybean (*Glicine max*) maturity groups in Uruguay. Temporary location of the critical period

The phenology and the temporary location knowledge of the critical period (CP) of yield soybean determination, are aspects to consider in the selection of the cultivar and in the crop management practices definition. The study consisted in characterize the phenology of six soybean maturity groups (MGs) and also in delimiting the CP temporary location at different photoperiods and temperature conditions. The environmental variations was caused by changes in the localities and in the sowing dates (DS). The evaluated DS were: October, November and December and the experiments were done simultaneously in two Littoral localities, for two consecutive years and without water and nutrients limitants. The most important factor to determine the phenological behavior was the DS, as the DS were delayed, the cycles in the six MGs were shorten. In the northern localities, were the cycles shorter and CP previous location. In MGs III and IV, the CP temporary location rank proved to be wider and dependent on the DS, instead MGs VII and VIII showed the smallest range of CP location and less DS dependence in the final location of it.

Key words: phenology, photoperiod, temperature

Introducción

El comportamiento fenológico de soja en condiciones ambientales diferentes, es un aspecto a considerar en la elección de los cultivares con mayor adaptación a las regiones de producción y en el ajuste de las prácticas de manejo del cultivo.

Asimismo, el conocimiento de la ubicación temporal del PC de determinación del rendimiento en los diferentes GMs, es una característica relevante debido a que el ambiente de producción, durante esta etapa, condiciona la tasa de crecimiento del cultivo, la cual determina el número de granos por superficie, componente principal del rendimiento (Egli, 1988).

Los principales parámetros ambientales que regulan las variaciones en la fenología de soja son: la temperatura, el fotoperíodo y la interacción entre ambos (Constable y Rose, 1988; Sinclair *et al.*, 1991; Kantolic *et al.*, 2003). Además, Cooper, (2003) destaca que la temperatura y el fotoperíodo son las principales limitantes climáticas en la obtención del rendimiento potencial de soja, en ausencia de deficiencias hídricas.

Martignone *et al.* (2006), señalan la importancia de caracterizar la respuesta de los cultivares de soja a variaciones de temperatura y fotoperíodo con el objeto de lograr que los estadios más críticos para la determinación del rendimiento se desarrollen en las condiciones ambientales más favorables.

En Uruguay a partir del año 2001, se ampliaron los GMs y las FSs utilizadas a nivel comercial, se incorporaron los GMs III y IV (Ceretta y Vilaró, 2003) y las FSs se realizan fundamentalmente entre los meses de octubre y diciembre. Los cambios tecnológicos y las variaciones genéticas producidas, incrementaron las interacciones genotipo-ambiente.

El objetivo del trabajo fue caracterizar la fenología y delimitar la ubicación temporal de los PC de seis GMs de soja, en ambientes con temperaturas y fotoperíodos diferentes. Las variaciones ambientales fueron provocadas por siembras en dos localidades del Litoral -a priori- contrastantes, en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló durante los años agrícolas 2003/04 y 2004/05, se utilizaron variedades comerciales pertenecientes a seis GMs de soja, detalladas en el cuadro 1.

Las localidades en las cuales se instalaron los ensayos durante el primer año fueron Dolores y Paysandú y

Cuadro 1. Variedades por Grupo de madurez y año de estudio.

GM/Año	2003/04	2004/05
III	DM 3100, DM 3700	DM 3100, DM 3700, A 3770
IV	DM 4303, DM 4600	DM 4600, A 4725
V	DM 50048, A 5520	DM 50048, A 5520
VI	A 6019, A 6401	A 6019, DM 6200, A 6411
VII	A 7321, A 7636	A 7118, A 7321, A 7636
VIII	A 8000	A 8000

en el segundo año Dolores y Salto. La localidad de Dolores se encuentra ubicada a 35° 05', Paysandú a 32° 33' y Salto a 31° 38', de LS.

Las características de los suelos en los que se realizaron los experimentos se presentan en el cuadro 2.

El laboreo realizado fue de tipo convencional con rastra excéntrica, arado de cincel y rastra de dientes.

Los ensayos fueron fertilizados con P de acuerdo a los resultados de los análisis de suelos, el objetivo fue alcanzar 16 ppm en suelo, se utilizó para la corrección la fórmula 0-46-0.

La semilla fue tratada previo a la siembra con inoculante comercial Nitrasec específico, a las dosis recomendadas en etiqueta.

Las FSs durante el primer año en Dolores, fueron: 25/10, 28/11 y 20/12 y en Paysandú: 24/10, 22/11 y 21/12. En el segundo año las FSs fueron: en Dolores 28/10, 29/11 y en Salto 30/11. La emergencia ocurrió entre los 7 y 10 días posteriores a la siembra. Las FSs de noviembre y diciembre, en la localidad de Paysandú se perdieron por efectos de granizo.

Las siembras fueron desarrolladas con una sembradora experimental (Wintersteiger PLOTMAN, Gesellschaft m.b.n. y CO, Austria).

Los ensayos se realizaron con riego suplementario debido a que deficiencias hídricas severas influyen en la duración de algunas etapas fenológicas.

La densidad de plantas objetivo fue: en los GMs III y IV, 450,000 pl./ha; en los GMs V y VI, 350,000 pl./ha y en los GMs VII y VIII, 250,000 pl./ha.

Las parcelas estuvieron compuestas de 4 surcos con distancia entre hileras de 0.38m y longitud de 10m.

El control de malezas se desarrolló con herbicida Glifosato a dosis de 3 L ha⁻¹, se realizaron entre 2 y 4 aplicaciones, dependiendo del enmalezamiento de cada ensayo.

Cuadro 2. Clasificación y características químicas e hídricas de los suelos en las diferentes localidades.

Localidad	Clasificación	Unidad	P1 Bray I (ppm) 2	Carbono orgánico (%)	Agua Disponible (mm) 3
Dolores	Brunosol sub-éutrico	Cañada Nieto	15	1.92	127
Paysandú	Brunosol sub-éutrico típico	San Manuel	7	2.55	85
Salto	Vertisol	Itapebí-Tres Árboles	2	4.1	179

Las plagas fueron tratadas de acuerdo al siguiente detalle: el control de chinches (*Piezodorus guildinii* y *Nezara viridula*), se realizó con Endosulfan a dosis de 1.2 L ha⁻¹ y se utilizó Monocrotopos para el control del barrenador de los brotes (*Epinotia aporema*) a dosis de 1.2 L. pc ha⁻¹. El número de aplicaciones varió de 1 a 3 de acuerdo a la intensidad del ataque.

Se registró semanalmente el estadio fenológico de cada variedad, desde emergencia a maduración, la escala utilizada para el procedimiento fue la de Fehr y Caviness (1977).

A los efectos de un mejor entendimiento de los resultados, se estudiaron las etapas fenológicas agrupadas de acuerdo a su relación con la determinación del rendimiento. Se registró la etapa entre emergencia y floración (VE-R1), asimismo la etapa entre inicios de floración y plena fructificación (R1-R4). Asimismo se identificó la ubicación y longitud del período crítico (PC) entre fructificación y llenado de grano (R4-R6). Además, se registró la etapa de maduración, entre llenado de grano y madurez fisiológica (R6-R8).

En el transcurso de la etapa entre VE-R1, el cultivo posee elevada capacidad de compensar deficiencias en los recursos, (Andrade *et al.* 2000). Entre R1-R4 las posibilidades de compensación disminuyen en relación a la etapa anterior y dependen básicamente del crecimiento del tallo principal, las variedades de crecimiento indeterminado poseen mayor capacidad de compensación. Durante la etapa R4-R6, la compensación en soja es baja, debido a la elevada competencia por fotoasimilados, entre las diferentes estructuras reproductivas, Kantolic *et al.* (2003). En la etapa R6-R8, el rendimiento se encuentra prácticamente determinado.

Las observaciones fueron realizadas sobre un diseño experimental completamente aleatorizado, siendo los tratamientos las variedades correspondientes a los seis GMs estudiados, sembradas en las FSs y localidades detalladas.

La variable estudiada fue el número de días promedio en que las variedades alcanzaban las etapas fenológicas detalladas, ajustándose el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \gamma_i + \tau_j + \gamma\tau_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

g es el efecto de la FS y t el efecto del GM siendo m y e el efecto de la media general y del error experimental respectivamente.

Dada la característica de la variable medida y su gran dependencia varietal, fueron usadas como repeticiones los valores por variedad dentro de cada GM, siendo utilizado como error experimental las interacciones entre variedades dentro de GM, localidad y FS.

Este modelo fue utilizado anualmente para comparar los GMs según FSs dentro de la localidad de Dolores. La comparación entre Dolores y Paysandú se realizó en la FS de octubre del año 2003/04 y la comparación entre Dolores y Salto se realizó en la FS de noviembre del año 2004/05.

Se realizaron contrastes ortogonales para comparar el comportamiento de los GMs en las diferentes FSs dentro de las localidades.

Fue utilizado en todos los casos un nivel de significación del 5 %.

Los análisis fueron realizados mediante el paquete estadístico SAS v. 9.2.

Resultados y discusión

Fechas de siembras en Dolores

En la figura 1, se presenta la duración de las etapas fenológicas en la FS de octubre, en los dos años de estudio, en Dolores, se observa que la etapa VE-R1 presentó una longitud similar, en ambos años, considerando los mismos GMs.

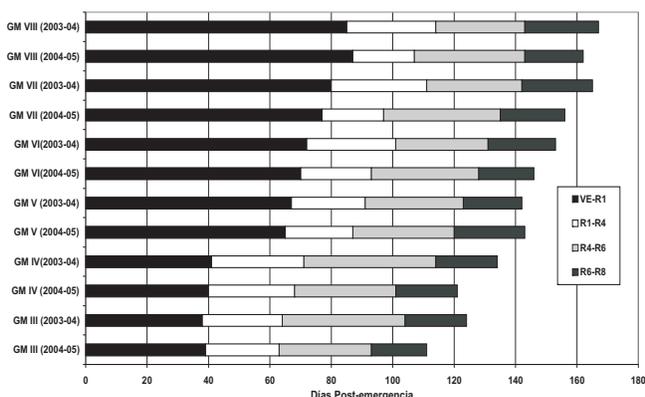


Figura 1. Duración de estadios fenológicos, FS de octubre, Dolores, años 2003/04 y 2004/05.

En los GMs III y IV el comportamiento mencionado se debe a que en siembras de fines de octubre, la mayor parte de la etapa vegetativa, se desarrolló durante noviembre y en los años evaluados las temperaturas en dicho mes fueron similares (Cuadro 3).

Se puede apreciar en la figura 1 que en los GMs III y IV, el inicio de la floración ocurrió con anterioridad al solsticio de verano con fotoperíodos alargándose. La soja es una especie de día corto, por lo tanto los GMs mencionados se comportaron con escasa sensibilidad

Cuadro 3. Temperaturas (°C) medias mensuales en los años agrícolas 2003/04 y 2004/05 en Dolores, Paysandú y Salto.

Localidad AÑO	Dolores 2003/04	Dolores 2004/05	Paysandú 2003/04	Salto 2004/05
Noviembre	19.8	19.7	20.7	20.5
Diciembre	21.2	23.3	21.5	22.8
Enero	24.5	25.6	25.4	26.7
Febrero	22.2	23.3	23.3	24.2
Marzo	22.2	20.6	23.6	21.6
Abril	18.4	16.1	20.2	17.1

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología e INIA Salto Grande.

al fotoperíodo. Los resultados coinciden con los sugeridos por Hadley *et al.* (1984), que indican que la inducción floral en los GMs de ciclo corto, es provocada básicamente por la temperatura.

En cambio, Major *et al.* (1975), señalan que en los GMs de ciclo más largo, la inducción es compleja y ocurre por efecto conjunto del fotoperíodo y la temperatura, y cuanto mayor es la longitud del ciclo, mayor es la importancia que posee el fotoperíodo en la inducción floral.

En los seis GMs analizados, la longitud de R1-R4 fue mayor en 2003/04, el comportamiento se debió a la ocurrencia de temperaturas medias más altas durante el verano del año 2004/05 (Cuadro 3).

Como consecuencia, la etapa fenológica R4-R6 comenzó posteriormente en el año más frío, 2003/04, provocando comportamientos fenológicos diferentes, de acuerdo al GM. A medida que avanza el verano, se producen fotoperíodos más cortos y temperaturas medias más bajas. En 2003/04 los GMs VI, VII y VIII presentaron una duración menor de R4-R6 que en el año 2004/05, en cambio en los GMs III y IV la duración de R4-R6 fue mayor. La respuesta diferencial se debió a los mecanismos que controlan la duración de las etapas fenológicas. En los GMs III y IV la temperatura es el factor determinante y en los GMs V a VIII operan conjuntamente fotoperíodo y temperatura.

En la figura 1, se observa que en Dolores en la FS de octubre la duración de los ciclos totales fue menor en el año 2004/05, excepto en el GM V y las diferencias mayores las presentaron los GMs III y IV.

En la figura 2, se muestra la información fenológica obtenida en la FS de noviembre, en los dos años que abarcó el estudio.

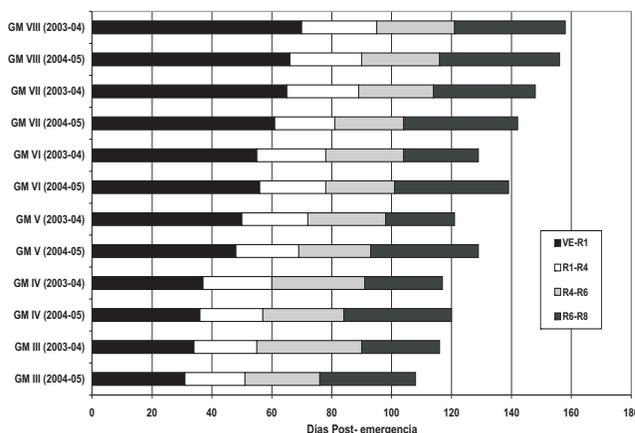


Figura 2. Duración de los estadios fenológicos, FS de noviembre, en Dolores, años 2003/04 y 2004/05.

Cuadro 4. Fechas de inicio y finalización del PC en las fechas de siembra y localidades evaluadas.

III			IV			V			VI			VII		
OCT	NOV	DIC	OCT	NOV	DIC	OCT	NOV	DIC	OCT	NOV	DIC	OCT	NOV	DIC
35de	32e	29e	40de	37de	33e	54bcd	46cde	55bcd	68ab	55bcd	64abc	80a	65abc	72ab
28abc	27abc	24bc	37a	24abc	23bc	34ab	18c	22bc	28abc	20c	23bc	26abc	20c	23bc
36a	19 ^a	24a	30a	16a	20a	28 ^a	30a	19a	28a	20a	27a	28a	26a	23 ^a
25a	28 ^a	23 ^a	19a	34a	23a	21 ^a	34a	28a	23a	44a	21a	42a	31a	25a
124bcde	105de	100e	125bcde	111cde	98e	136bcd	128bcde	123bcde	146ab	138bc	135bcd	176a	142bc	142bc

Las diferencias entre medias dentro de los estadios fenológicos se consideraron al 5%.
OCT=OCTUBRE NOV= NOVIEMBRE DIC= DICIEMBRE FS= FECHA DE SIEMBRA.

En relación a la duración de la etapa VE-R1, se constató que en la FS de noviembre se presentaron para un mismo GM escasas diferencias entre años. Las etapas R1-R4 y R4 -R6 presentaron menor duración en 2004/05 debido a las temperaturas medias superiores.

Se observa en la figura 2 que la longitud de la etapa R6-R8 en 2003/04 fue menor que en 2004/05 fundamentalmente en los GMs III, IV, V y VI debido a temperaturas medias superiores de marzo y abril de 2005 frente a las de 2004 (Cuadro 1).

En el cuadro 4 se aprecia la duración de las diferentes etapas fenológicas para cada GM en las tres FSs ensayadas en Dolores.

Se puede apreciar que el efecto fundamental de las FS de diciembre fue el acortamiento del ciclo total, en relación a las FS anteriores, la información es coincidente con la obtenida por Baigorri *et al.* (1995).

Las diferencias fenológicas entre los GMs en las FS de diciembre, son sensiblemente inferiores a las observadas en las FSs más tempranas.

En los seis GMs, se destacó una tendencia a presentar mayor duración del ciclo en las siembras más tem-

pranas, debido a la menor duración de las etapas entre VE y R6.

En las FSs de diciembre durante la etapa VE-R1 y en las primeras etapas reproductivas ocurren fotoperíodos más cortos y temperaturas más altas que en las FSs más tempranas, esto provocó el acortamiento entre VE-R6 en los GMs evaluados.

En cambio, durante las etapas R6-R8, se producen temperaturas medias inferiores y fotoperíodos más cortos que en las FS tempranas, dicho efecto contribuye a que la reducción del ciclo con el atraso en la FS sea mayor en los GMs de ciclo más largo.

En el cuadro 5, se presenta el rango temporal de ubicación del PC (R4-R6) de los diferentes GMs en las FSs y localidades ensayadas.

En el caso de la localidad de Dolores en la FS de octubre se observa que los GMs III y IV presentaron el PC durante los meses de enero y febrero. Importa destacar que en el GM III una parte importante del PC transcurre durante enero, en dicho mes se producen las mayores demandas evaporativas atmosféricas.

Cuadro 5. Duración de los estadios fenológicos promedio para los años 2003/04 y 2004/05 en las FSs de octubre, noviembre y diciembre, Dolores.

Localidad	Dolores			Paysandú	Salto	
	FS	OCT	NOV			DIC
GM						
III		4/1 - 13/2	28/1 - 4/3	3/2 - 9/3	1/1 - 5/2	30/1 - 21/2
IV		10/1 - 22/2	3/2 - 8/3	18/2 - 18/3	7/1 - 14/2	7/2 - 3/3
V		1/2 - 7/3	10/2 - 13/3	3/3 - 24/3	26/1 - 28/2	10/2 - 9/3
VI		8/2 - 15/3	22/2 - 20/3	5/3 - 30/3	4/2 - 9/3	16/2 - 18/3
VII		11/2 - 23/3	5/3 - 30/3	4/3 - 27/3	10/2 - 10/3	17/2 - 18/3
VIII		19/2 - 25/3	8/3 - 6/4	10/3 - 5/4	14/2 - 18/3	26/2 - 25/3

OCT=OCTUBRE, NOV= NOVIEMBRE DIC= DICIEMBRE FS=FECHA DE SIEMBRA.

Asimismo en Dolores en los GMs V a VIII en FS de octubre, se verificó la ocurrencia del PC durante los meses de febrero y marzo, en los que en general, se presentan menores demandas atmosféricas, radiación solar y temperaturas que en el mes de enero.

Kantolic *et al.* (2003), señalan que durante el transcurso de las etapas R1 a R6 se fija y determina la supervivencia del número de granos/m² componente principal del rendimiento en grano, señalan que la etapa más crítica se ubica entre R4-R6. Por dicho motivo, las condiciones ambientales durante dichas etapas son determinantes para la producción de grano.

La disponibilidad hídrica, es el parámetro que provoca mayor variabilidad en los rendimientos de soja. De acuerdo a la información obtenida y a las características climáticas promedio de la localidad, es posible inferir que en FSs de octubre durante los PCs de los GMs V a VIII se presentan demandas atmosféricas menores que las que ocurren en los GMs III y IV.

Al respecto Ceretta y Mandl (2002), identificaron a las variedades de ciclo corto (GM III y IV) como de alto potencial y baja estabilidad de rendimientos. Este comportamiento se puede deber a que en los GMs III y IV en FS normales de fines de octubre, la ubicación temporal del PC permite obtener condiciones de radiación solar y temperaturas para lograr elevados rendimientos, en ausencia de limitaciones hídricas. En sequía, los rendimientos potenciales se concretan, sólo en los años en que las precipitaciones permiten cubrir las necesidades hídricas. En los GMs en los que el PC ocurre en condiciones de demandas atmosféricas elevadas, la estabilidad de los rendimientos generalmente es baja debido a la variabilidad de las precipitaciones.

En Dolores en la FS de noviembre los GMs III y IV presentaron la mayor parte del PC durante febrero, los GMs V y VI entre febrero y marzo y en los GMs VII y VIII, la mayor proporción del PC se ubicó durante marzo. En la FS de diciembre, se observa que en los GMs III y IV se presenta la ubicación del PC distribuida en los meses de febrero y marzo. En los GMs V a VII durante marzo y en el GM VIII el PC se ubicó durante marzo e inicios de abril.

La elección del GM y de la FS determinó la ubicación temporal del PC, el cuál ocurrió con anterioridad en los GM más cortos y en las FS más tempranas (Cuadro 5).

De acuerdo al comportamiento fenológico estudiado, es posible con la elección de la FS y el GM disminuir la probabilidad de ocurrencia de demandas atmosféricas elevadas durante el PC.

Asimismo cabe resaltar que las etapas fenológicas más afectadas en su longitud por las temperaturas fueron las reproductivas.

En el cuadro 4, se puede observar una tendencia en los seis GMs estudiados, a la reducción del ciclo en la medida que se atrasa la FS, los ciclos fueron más cortos en diciembre que en noviembre y estos presentaron menor duración que en octubre, las diferencias fueron significativas sólo en el GM VII entre la FS de octubre y las más tardías.

En relación a la ubicación del PC, las FS de octubre presentaron antes el PC que las FSs de noviembre y diciembre, la duración del PC fue en general mayor en las FSs tempranas.

De acuerdo a la información, obtenida en Dolores los GMs III y IV florecieron con fotoperíodos alargándose y la acumulación térmica requerida para inducir la floración en la localidad fue de 475 a 671 UT b6°C, la amplitud constatada se debió al rango de variedades estudiadas.

b) Fechas de siembras en Dolores y Paysandú.

En el cuadro 6 se muestran los resultados fenológicos obtenidos en la FS de octubre, en Paysandú, en el año 2003/04.

La longitud de la etapa VE-R1 se presentó con menor duración en los GMs de ciclo más largo V, VI y VII en Paysandú no se detectaron diferencias estadísticas (Cuadro 6).

En el cuadro 3 se observa que las temperaturas medias de los meses de noviembre y diciembre, en los cuales se desarrolló la etapa VE-R1 de los GMs III y IV fueron escasamente superiores en Paysandú frente a Dolores. A su vez Paysandú se encuentra a una latitud inferior, por lo tanto la inducción floral anterior en los GMs V a VII, está determinada por los fotoperíodos más cortos y temperaturas levemente superiores.

Se observa en el cuadro 5 la ubicación temporal del PC en los seis GMs en Paysandú, la misma es anterior en pocos días a Dolores. No se detectaron diferencias estadísticas en la duración del PC en los diferentes GMs (Cuadro 6).

Las diferencias en longitud de los ciclos para un mismo GM, entre las localidades de Paysandú y Dolores fue escasa del orden de 4 a 10 días.

En las localidades sur y norte evaluadas en la FS de octubre, se detectaron escasas diferencias en la duración de la etapa VE-R1 en los GMs de mayor duración, siendo más larga dicha etapa en Dolores (Cuadro 6). Martignone *et al.* (1995), indican que las duraciones de las etapas VE-R2, R2-R5 y R5-R7 están asociadas po-

Cuadro 6. Duración de los estadios fenológicos en la FS de octubre 2003, Dolores y Paysandú.

GM	III		IV		V		VI		VII	
LOCALIDAD	DOL	PAY	DOL	PAY	DOL	PAY	DOL	PAY	DOL	PAY
VE-R1	37c	35c	40c	40c	54abc	51bc	68ab	60abc	80a	76ab
R1-R4	28a	32 ^a	37a	39a	34a	40a	28a	43a	26a	38a
R4-R6	36a	44 ^a	30a	40a	28a	35a	28a	36a	28a	32a
R6-R8	25a	20 ^a	19a	23a	21a	21a	23a	23a	42a	25a

Las diferencias de medias dentro de los estadios fenológicos se consideraron al 5%.
DOL=DOLORES PAY=PAYSANDU.

sitivamente a los rendimientos de soja. En ese sentido, Giménez (2006), obtuvo mayores rendimientos en grano en Dolores frente a los obtenidos en Paysandú, en FS de octubre en variedades de los GMs III a VIII.

De acuerdo a la información obtenida en Paysandú, los GMs III y IV requirieron entre 474 y 679 UT b6°C para inducir la floración, similar suma térmica se cuantificó en Dolores.

c) Fechas de siembra en Dolores y Salto

En el cuadro 7 se muestra la duración de las diferentes etapas fenológicas, en la FS de noviembre, en la localidad de Salto.

Las longitudes de la etapa VE-R1 de los GMs III y IV, presentaron similar duración entre las localidades de Salto y Dolores. Cabe destacar que las temperaturas medias históricas de Salto, se encuentran 2 °C por encima de las que presenta Dolores, Cruz *et al.* (2000).

Se observa en el cuadro 3 que las temperaturas de Salto, durante diciembre de 2004, en el que se desarrollaron las etapas vegetativas de los GMs III y IV, fueron similares a las temperaturas medias del sur. En Dolores, las temperaturas medias de diciembre de 2004 fueron 13° C superior al promedio histórico, esto determinó una duración similar de VE-R1 en los GMs III y IV para ambas localidades.

Los GMs V a VII presentaron en Salto una longitud de la etapa VE-R1 menor que en Dolores, detectándose diferencias estadísticas significativas sólo para el GM VII (Cuadro 7). El comportamiento se debió a la longitud del fotoperíodo, Salto se ubica a una latitud inferior que Dolores, esto provocó anterior inducción floral que en la localidad sur en aquellos GMs de mayor reacción fotoperiódica.

En el cuadro 4, se observa la ubicación temporal del PC, en la FS de noviembre, en ambas localidades, En los GMs VI y VII el inicio del PC fue anterior en Salto y en los GM V a VII la duración fue mayor en Salto (Cuadro 7).

La duración de R6-R8 presentó una tendencia a ser menor en Salto en los GMs IV a VII, esta etapa transcurrió con temperaturas mayores y fotoperíodos más cortos que en Dolores determinando una menor longitud en la localidad norte.

En definitiva, las condiciones de fotoperíodo de Salto, provocaron menor duración de las etapas vegetativas en los GMs V a VII comparativamente con Dolores siendo las diferencias mayores cuanto mayor fue el GM.

Cuadro 7. Duración de los estadios fenológicos en la FS de noviembre 2004, Dolores y Salto

GM	III		IV		V		VI		VII	
LOCALIDAD	DOL	SAL	DOL	SAL	DOL	SAL	DOL	SAL	DOL	SAL
VE-R1	32e	34e	39de	38de	45bcd	43cd	52b	47bc	63a	51bc
R1-R4	20bc	21bc	24abc	21bc	21bc	23bc	18cd	26ab	13d	30a
R4-R6	22de	32a	20e	30ab	19e	28bc	19e	24cd	19e	21de
R6-R8	32b	34b	43ab	31b	36ab	33b	37ab	35b	48a	38ab

Las diferencias de medias dentro de estados fenológicos se consideraron al 5%.
DOL= DOLORES SAL= SALTO.

En los GMs III y IV debido a las particulares temperaturas del mes de diciembre en Dolores no hubo diferencias de las etapas VE-R1 entre localidades.

Conclusiones

- 1) La FS fue el factor, entre los estudiados, que provocó mayor efecto en el comportamiento fenológico de los diferentes GMs.
- 2) En los seis GMs, a medida que las FSs se atrasaron las longitudes de los ciclos se redujeron, debido fundamentalmente al acortamiento de la etapas entre VE-R6, a causa de las temperaturas medias mayores y los fotoperíodos menores.
- 3) En las localidades del norte, se presentaron ciclos más cortos, salvo en el GM IV, y una ubicación anterior del PC, debido a los fotoperíodos menores y temperaturas medias mayores.
- 4) Los GMs III y IV presentaron el mayor rango de ubicación temporal del PC para las FSs estudiadas, el mismo se ubicó entre el 4 de enero y 18 de marzo. La duración del mismo fue de 40 a 22 días para las FSs de octubre y diciembre respectivamente. Los GMs III y IV en FS de octubre presentaron una parte significativa del PC durante el mes de enero, en el que ocurren las mayores demandas evaporativas atmosféricas.
- 5) Los GMs VII y VIII mostraron el menor rango de variación en la ubicación del PC, el mismo se ubicó entre el 11 de febrero y 6 de abril, con una duración de 40 a 23 días para las FSs de octubre y diciembre respectivamente. Los GMs VII y VIII presentaron menor dependencia en la ubicación del PC de la FS, asimismo en la FS de diciembre acortaron el ciclo en mayor proporción que los demás GMs.

Agradecimientos

Este trabajo formó parte del proyecto de investigación "Manejo del cultivo de soja" y fue desarrollado en el marco del acuerdo entre la Facultad de Agronomía y el Sector Empresarial Sojero y financiado por las empresas Barraca Erro, Nidera Uruguaya, Agronegocios del Plata y Lage & Cía. Agradezco al Sr. Esteban Fagúndez por el intenso trabajo de campo desarrollado, a la Bach. Ileana Ávila por el trabajo de campo y gabinete realizado en los experimentos durante el año 2005 y al Ing. Agr.(Ph.D) Guillermo Siri por la conducción de los ensayos entre los meses de febrero y julio del mismo año y especialmente a la Ing. Agr. (Dra.) Mónica Cadenazzi por el apoyo en el análisis estadístico.

Bibliografía

- Andrade, F.H.; Aguirrezábal, L. y Rizzalli, R.H.** 2000. Crecimiento y rendimiento comparados. En: F.H. Andrade y V.O. Sadras. (eds.) Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editorial Médica Panamericana S.A. Argentina. pp. 61-96.
- Baigorri, H.E.J.; Scarafoni, R. y Masiero, B.** 1995. Comportamiento de cultivares de grupos de madurez III al VII en 5 fechas de siembra entre octubre y febrero en Marcos Juárez. Parte 1. Desarrollo. 1° Congreso Nacional de Soja. 2ª Reunión Nacional de Oleaginosos. Tomo I. Pergamino(Bs. As.) Tomo I. pp. 222-229.
- Ceretta, S. y Mandl, A.** 2002. Adaptación de cultivares de soja en Uruguay. En Jornada de Girasol y Soja. Serie de Actividades de Difusión N° 297. INIA La Estanzuela.
- Ceretta, S. y Vilaró, D.** 2003. Comportamiento de sojas de distinto grupo de madurez en Uruguay. En: Jornada Nacional de Soja. Serie de Actividades de Difusión N° 325. INIA. La Estanzuela.
- Constable, G.A. and I Rose, I. A.** 1988. Variability of soybean phenology response to temperature, daylength and rate of change in daylength. *Field Crops Res.* 18: 57-69.
- Cooper, R. L.** 2003. A delayed flowering barrier to higher soybean yields. *Field Crops Res.* 82: 27-35.
- Cruz, G.; Munka, G. y Pedocchi, R.** 2000. Caracterización agroclimática de la región litoral centro oeste de la República Oriental del Uruguay. 2000. *Agrociencia. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad de la República.* IV.1: 87-92.
- Egli, D.B.** 1998. Seed Biology and the yield of the grain crops. CAP. International, UK. 178 pp.
- Ferh, W.R. y Caviness, C. E.** 1977. Stages of soybean development. Special Report 80, Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Exp. Stn Iowa State University, Ames Iowa . 11: 929-931.
- Giménez, L.** 2006. Efecto del largo del ciclo, fecha de siembra y localidad sobre el rendimiento de soja {Glicine max (L.) Merrill} en Uruguay. 3° Congreso de Soja del MERCOSUR. Mesa Científico Técnica-Resúmenes expandidos. Mercosoja 2006. Rosario. Argentina.
- Hadley, P.; Roberts, E. H. Summerfield, R.J. and Minchin, F.R.** 1984. Effects of temperature and photoperiod on flowering in soybean {Glicine max (L.) Merrill}. A quantitative model. *Ann Bot.* 53: 669-681.
- Kantolic, A.G.; Giménez, P. I. y de la Fuente, E. B.** 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. En: E.H. Satorre, R.L. Benech, G.A. Slafer, E.B. de la Fuente, D.J. Miralles, M.E. Otegui, R. Savin (eds.): Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía. U.B.A. Argentina. pp.165-201.
- Major, D.J.; Johnson, D.R. Tanner, J.W. and Anderson, I.C.** 1975. Effects of daylength and temperature on soybean development. *Crop Sci.* 15: 174-179.

Martignone, R.A.; Bodrero, M.L.; Morando, E.N. y Quijano, A. 1995. Siembras tardías en soja: influencia sobre la fenología y el rendimiento. 1º Congreso Nacional de Soja y 2ª Reunión Nacional de Oleaginosas. Pergamino (Bs. As.) Tomo I. pp. 254-261.

Martignone, R.A.; Romagnoli, M.S.; Rosbaco, I.M. y Tuttolomondo, G. 2006. Efecto de la Fecha de siembra sobre el comportamiento fenológico y agronómico en cultivares de soja de diferentes grupos de maduración. 3º Congreso de Soja del MERCOSUR. Mesa Científico Técnica. Resúmenes expandidos. Mercosur 2006. Argentina.

Sinclair, T. R.; Kitani, S.; Hinson, K.; Bruniard, J. and Horie, T. 1991. Sowing flowering date: lineal and logistic models based on temperature and photoperiod. Crop Sci. 31: 786-798.