

Reacción de distintas variedades de soja a los factores bioclimáticos de Buenos Aires

por

Antonio J. Pascale (1), Carlos Remussi (2) y Luciano Marzo (3).

INTRODUCCIÓN

Si bien el origen de las formas cultivadas de soja no es conocido exactamente, esta especie se la cultiva desde tiempo inmemorial en el este de Asia. Para Nagata el origen del cultivo se encuentra en el norte y centro de China, de donde pasó a Corea alrededor de 200 años antes de la Era Cristiana y posteriormente a Japón.

En su dispersión por el lejano Oriente fue la base de la alimentación de los pueblos primitivos y ha continuado utilizándose hasta nuestros días debido a su riqueza en proteínas y grasas. (JOHNSON y BERNARD. 1962).

La producción mundial de soja en el año 1960 fue de 27 millones de toneladas, de las cuales Estados Unidos de América contribuyó con el 55 %, siguiéndole China con 37 %. El 8 % restante se distribuyó en su casi totalidad en otros países del Hemisferio Norte. (Indonesia, Japón, Corea, Rusia, Canadá).

En el Hemisferio Sud, salvo Brasil, con 203.000 ha. (0,9 % del total mundial) el resto de los países no ha desarrollado en gran escala el cultivo de la soja. En Estados Unidos el área sembrada de esta especie ha aumentado considerablemente en los últimos 40 años,

(1) Ing. Agr. Profesor Asociado de Climatología y Fenología Agrícolas.

(2) Ing. Agr. Profesor Titular de Cultivos Industriales.

(3) Ing. Agr. Ayudante de Investigación de Cultivos Industriales.

habiendo pasado de 77.000 ha. en 1920 a 10.500.000 ha. en 1961, ocupando actualmente el cuarto lugar entre los cultivos extensivos de ese país y el primer lugar entre los oleaginosos del Hemisferio Occidental. (F.A.O., 1961).

Desde fines del siglo pasado se esta tratando de implantar en nuestro país el cultivo de la soja, pero a pesar de la innegable importancia que ello representaría, poco es lo que se ha avanzado.

A partir del año 1955 renació el interés por el cultivo al introducirse una partida de semillas desde Estados Unidos, llegándose a totalizar 15.000 ha. en la última campaña agrícola, con un auspicioso acontecimiento en 1962 al exportarse 6.000 toneladas a Europa en un mercado de franca demanda. En la campaña 1963-64 es propósito sembrar alrededor de 45.000 ha.

Esta posible expansión del cultivo debe asentarse sobre un conocimiento adecuado del comportamiento de las distintas variedades en las posible zonas de cultivo, sobre todo teniendo en cuenta que las distintas variedades de soja tienen exigencias bioclimáticas extraordinariamente diferentes. Los cultivos extensivos realizados en el país se basaron principalmente en la variedad Lee, desconociéndose el comportamiento de otras que podrían suplantarla con ventajas en ciertas zonas.

Es propósito de la bioclimatología agrícola determinar cuáles son las exigencias en factores ambientales de las distintas variedades de un cultivo con la finalidad de ubicar cada una de ellas en las regiones que mejor puedan satisfacer sus requerimientos. En el caso de la soja esta es una necesidad imperiosa, ya que los distintos grupos de variedades tienen un comportamiento muy diferente y se los utiliza regionalmente de acuerdo a su reacción al complejo ambiental, en especial a la temperatura y a la duración del día. De aquí que el propósito de este trabajo sea el de señalar las diferencias varietales que se presentan en el ambiente de Buenos Aires y determinar las causas climáticas que provocan tal reacción fenológica, como demostración de la necesidad de una investigación regional de este tipo, si se pretende introducir el cultivo en zonas donde esta especie no tiene experimentación agrícola.

MATERIAL Y MÉTODO DE TRABAJO

El ensayo se efectuó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires (Lat. 34° 35' S.; Long. 58° 29' W.; Alt. 25 m. s.n.m), durante los años 1958-59 hasta 1962-63,

es decir que se repitió durante cinco años en los que se fueron agregando variedades a la experiencia. Se inició el ensayo con 8 variedades y sucesivamente se experimentaron 11, 13, 14, 15 y 35 en el período 1962-63. La nómina de las variedades se indicará más adelante cuando se agrupen los comportamientos.

Se siguió el método de las siembras continuadas a campo, con la finalidad de contar con ciclos vegetativos del cultivo expuestos a distintos complejos ambientales a través de todo el período posible de siembras en Buenos Aires, por lo cual cada variedad reaccionó a tantas combinaciones de elementos bioclimáticos como épocas de siembras efectuadas en cada año. Las siembras se iniciaron a fines de setiembre y siguieron hasta fines de enero, con una periodicidad variable entre 15 y 20 días, lo que reportó entre 5 y 6 siembras cada año.

En cada una de las épocas se sembraron 100 semillas de cada variedad en un surco de 4 metros; los surcos fueron distanciados a 0,70 m., sin repeticiones.

Las observaciones fenológicas efectuadas fueron las de nacimiento y floración para completarse con todas las fases del ciclo de la soja en la campaña 1962-63.

El criterio observacional fue el siguiente: se consideró nacimiento y floración cuando la mayoría de las plantas de la parcela había nacido o comenzado a florecer; fructificación cuando las primeras legumbres formadas tenían el tamaño de 1 cm. aproximadamente y maduración cuando la producción de las plantas había amarillado.

El método de análisis de los datos fenológicos se realizó computando las diferentes duraciones de los subperíodos parciales del ciclo de cada variedad, con sumas de temperaturas y duraciones del día de acuerdo a la época de siembra e incluyéndose el factor humedad para la explicación de anomalías fenológicas de años particulares. La suma de temperaturas se efectuó por el método directo y el balance hidrológico por el sistema de Thornthwaite utilizando en todos los casos los datos meteorológicos del Observatorio Buenos Aires (Villa Ortúzar), distanciado unos 300 metros del lugar de las experiencias.

FLORACIÓN DE LAS DISTINTAS VARIEDADES SEGÚN ÉPOCA DE SIEMBRA

En Norteamérica las variedades se clasifican en nueve grupos de acuerdo a su precocidad, siendo el grupo 0 el que reúne las variedades que cumplen su ciclo más rápidamente y las del VIII las que tienen el período vegetativo más dilatado. Entre esos dos grupos extremos se encuentra toda la gama de precocidad. Las variedades de soja experi-

mentadas en este ensayo corresponden a los distintos grupos mencionados y su comportamiento en precocidad fue aproximadamente el mismo que era dable esperar, en términos generales, según su encaillamiento previo.

De acuerdo a la duración del subperíodo nacimiento-floración, parece adecuado clasificar las 35 variedades de soja en 4 divisiones, pues el comportamiento de sojas de cada uno de los grupos según el ordenamiento agronómico norteamericano, no es tan diferenciable en la expresión de la floración en el ambiente de Buenos Aires.

CUADRO 1

Ordenamiento de las variedades de la colección según la precocidad de la floración.

Precoces	Semiprecoces	Semitardías	Tardías
Mandarín	Shelby	FAV 144	C N S
Crest	Hawkeye	Halesoy 321	J. E. W. 45
Capital	Clark	Hill	Amarilla
Comet	Perry	Hood	Otootan
Flambeau	Scott	Dorman	
Grant	Sac	Ogden	
Merit	FAV 30	Lee	
Norchief	FAV 24	Jackson	
Blackhawk	FAV 27	Halesoy 71	
Renvielle	Wabash		
Chippewa	FAV 26		

En el cuadro 1 se agrupan las variedades de la colección en precoces, semiprecoces, semitardías y tardías, y en la Fig. 1 se representa la duración del subperíodo nacimiento-floración de una variedad típica de cada grupo a través de los cinco años del ensayo y según la época de siembra.

Las variedades precoces manifiestan la floración en un número de días muy similar, cualquiera sea la fecha de siembra, sólo demoran algo en la primera época y aceleran el proceso en la última, por las razones que se mencionarán en el análisis bioclimático. De cualquier forma, puede generalizarse que las variedades de este grupo tienen una duración del subperíodo nacimiento-floración constante, como se puede observar en la variedad Mandarín (Fig. 1) donde los diferentes puntos se alinean sobre una recta que es bisectriz de las coordenadas.

Las variedades precoces incluidas en el Cuadro 1 tienen todas un comportamiento muy similar, siendo difícil dar un orden de precocidad relativa en la lista, a pesar de lo cual, incluye variedades de los grupos 0 y 1 de la clasificación norteamericana.

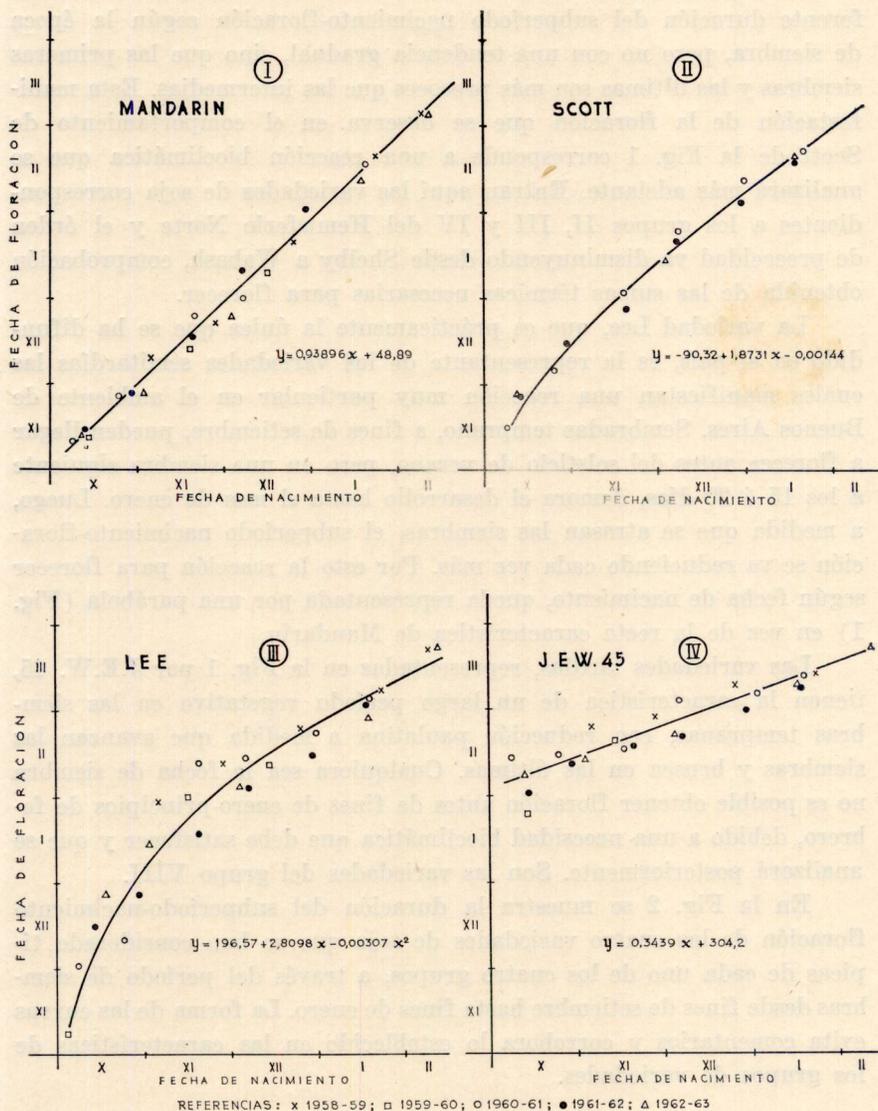


Fig. 1 — Fecha de floración de las variedades de soja de acuerdo a la época de siembra en Buenos Aires: (I) Variedades precoces, (II) Variedades semiprecoces, (III) Variedades semitardías, (IV) Variedades tardías.

En las variedades semiprecoces comienza a manifestarse una tendencia que luego se acentúa en las semitardías. Consiste en la diferente duración del subperíodo nacimiento-floración según la época de siembra, pero no con una tendencia gradual, sino que las primeras siembras y las últimas son más precoces que las intermedias. Esta manifestación de la floración que se observa en el comportamiento de Scott de la Fig. 1 corresponde a una reacción bioclimática que se analizará más adelante. Entran aquí las variedades de soja correspondientes a los grupos II, III y IV del Hemisferio Norte y el orden de precocidad va disminuyendo desde Shelby a Wabash, comprobación obtenida de las sumas térmicas necesarias para florecer.

La variedad Lee, que es prácticamente la única que se ha difundido en el país, es la representante de las variedades semitardías las cuales manifiestan una reacción muy particular en el ambiente de Buenos Aires. Sembradas temprano, a fines de setiembre, pueden llegar a florecer antes del solsticio de verano, pero en una siembra siguiente a los 15 ó 20 días, demora el desarrollo hasta el mes de enero. Luego, a medida que se atrasan las siembras, el subperíodo nacimiento-floración se va reduciendo cada vez más. Por esto la reacción para florecer según fecha de nacimiento, queda representada por una parábola (Fig. 1) en vez de la recta característica de Mandarín.

Las variedades tardías, representadas en la Fig. 1 por J.E.W. 45, tienen la característica de un largo período vegetativo en las siembras tempranas, con reducción paulatina a medida que avanzan las siembras y brusea en las últimas. Cualquiera sea la fecha de siembra no es posible obtener floración antes de fines de enero-principios de febrero, debido a una necesidad bioclimática que debe satisfacer y que se analizará posteriormente. Son las variedades del grupo VIII.

En la Fig. 2 se muestra la duración del subperíodo-nacimiento floración de las cuatro variedades de soja que se han considerado típicas de cada uno de los cuatro grupos, a través del período de siembras desde fines de setiembre hasta fines de enero. La forma de las curvas evita comentarios y corrobora lo establecido en las características de los grupos de variedades.

REACCIÓN DE LAS VARIEDADES DE SOJA A LOS FACTORES CLIMÁTICOS

Temperatura

La temperatura como factor bioclimático para el crecimiento, juega un papel muy importante en el cultivo de la soja, ya que al ser ésta una especie termófila, su crecimiento corre paralelo con el

aumento diario de la temperatura en la termofase positiva de la variación térmica anual del lugar de siembra. En efecto, para iniciar el crecimiento requiere un mínimo de temperatura, que de no alcanzarse, la semilla no germina. Esta es la causa por la cual en Buenos Aires la primera siembra posible es a fines de setiembre, pues una fecha anterior dilataría demasiado el subperíodo siembra-nacimiento, y la semilla en germinación quedaría expuesta a contingencias

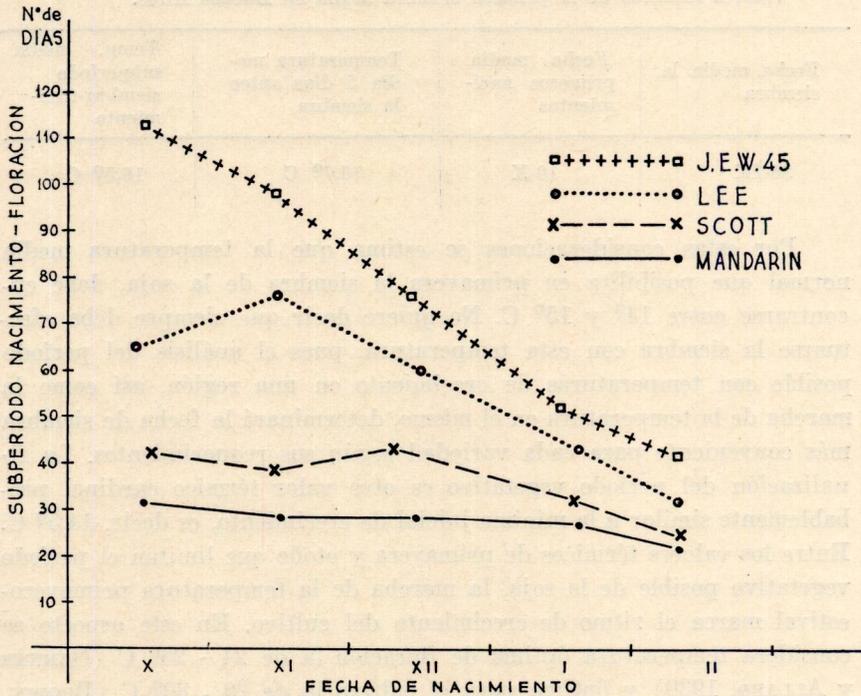


Fig. 2 — Duración del subperíodo nacimiento-floración según fecha de siembra en Buenos Aires, para cuatro variedades de soja pertenecientes a los distintos grupos de precocidad.

meteorológicas y fitopatológicas. En los cinco años de ensayos se comprobó que la duración del subperíodo siembra-nacimiento oscila entre 5 y 15 días, dependiendo esta variación de la temperatura y humedad del suelo. A mayor temperatura y con humedad adecuada, las duraciones son mínimas. En condiciones normales, la soja necesitó para nacer una acumulación térmica de 180° 200° C, no habiéndose observado diferencias varietales señalables.

La temperatura inicial de crecimiento, o mínimo vital, debe encontrarse entre los extremos de 10° - 11° C, según un dato de Stepanov

(VENTSKEVICH, 1961) y $14,5^{\circ}$ C. que es la calculada por Brown y Chapman (BROWN y CHAPMAN, 1961) como mínima inicial de crecimiento. En los ensayos realizados en Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, los valores fenológicos y térmicos de la primera siembra, promedio de cinco años se indican en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Valores térmicos de la primera siembra media en Buenos Aires.

Fecha media la siembra	Fecha media primeros nacimientos	Temperatura media 5 días antes la siembra	Temp. media subperíodo siembra-nacimiento
28-IX	10-X	$15,7^{\circ}$ C	$16,5^{\circ}$ C

Por estas consideraciones se estima que la temperatura media normal que posibilita en primavera la siembra de la soja, debe encontrarse entre 14° y 15° C. No quiere decir que siempre deba efectuarse la siembra con esta temperatura, pues el análisis del período posible con temperaturas de crecimiento en una región, así como la marcha de la temperatura en el mismo, determinará la fecha de siembra más conveniente para cada variedad según sus requerimientos. La finalización del período vegetativo es otro valor térmico cardinal probablemente similar a la mínima inicial de crecimiento, es decir, $14,5^{\circ}$ C. Entre los valores térmicos de primavera y otoño que limitan el período vegetativo posible de la soja, la marcha de la temperatura primavero-estival marca el ritmo de crecimiento del cultivo. En este aspecto se considera temperatura óptima de floración la de $24 - 25^{\circ}$ C (GARNER y ALLARD, 1930) y óptima para el cultivo la de $29 - 30^{\circ}$ C (BROWN, 1960), a partir de la cual valores más altos tienen un efecto deprimente en la velocidad del crecimiento. La relación entre el desarrollo de la soja y la temperatura es de naturaleza parabólica. (BROWN, 1960).

En los ensayos motivo de este trabajo, la temperatura media de los diez días alrededor de la primera floración producida fue de $20,6^{\circ}$ C pero esto corresponde a las variedades precoces, en tanto que para las tardías la floración ocurrió con temperaturas medias entre 24° y 25° C., pues esta fase se produjo con el registro más alto de la termofase positiva.

En el ambiente de Buenos Aires, donde se efectuaron las siembras el período vegetativo posible del cultivo de la soja está limitado por las fechas y temperaturas que muestra el Cuadro 3.

Es necesario correlacionar el Cuadro 3 con la duración de los ciclos vegetativos de la soja y los requerimientos térmicos de las diferentes variedades para comprobar cual es la posibilidad existente en Buenos Aires para que el cultivo satisfaga sus exigencias. Para ello se hace uso del Cuadro 4 donde se han resumido los valores fenológicos de las siembras continuadas del año 1962/63, así como las sumas térmicas de los subperíodos parciales del ciclo vegetativo.

CUADRO 3

Algunos valores térmicos del período libre de heladas en Buenos Aires.

Fechas de la temperatura normal de 14,5°		H e l a d a s				Duración en días del período		Temp. mensual más alta del período entre 14,5°	Suma de temp. del período entre 14,5° C
Primavera	Otoño	Fecha media de 1ª	Prob. 20 %	Fecha media de últ.	Prob. 20 %	entre 14,5°	entre hel. Prob. 20 %		
1º-X	6-V	12-VI	26-V	20-VIII	11-IX	217	257	Enero 23,5°	4344° C

En este caso los valores corresponden al promedio de todas las variedades incluidas en el ordenamiento de los cuatro grupos del cuadro 1, a fin de compensar en parte el error que se comete al considerar un sólo año agrícola. En la Fig. 3 se graficó ese proceso fenológico.

Las variedades precoces tienen un comportamiento fenológico bien definido. La floración se produce en un número regular de días cualquiera sea la fecha de siembra. Las pocas variaciones que se observan en el Cuadro 4 no modifican esta aseveración pues son oscilaciones que provienen de la consideración de un solo año de experiencias. La evidente mayor duración del sub-período nacimiento-floración de la primera época de siembra, se explica por la menor temperatura de los meses de octubre y noviembre, que hace que estas variedades permanezcan al estado vegetativo, cuando se las siembra temprano, hasta alcanzar el umbral térmico de floración de alrededor de 20° C y acumular la suma térmica mínima para el desarrollo.

El subperíodo floración-fructificación en las variedades precoces tiene una duración, decreciente en el número de días y en las sumas térmicas, lo que indica condiciones ambientales más favorables a medida que se atrasa la siembra.

El subperíodo fructificación-maduración es una etapa del ciclo netamente térmica, por lo cual las últimas siembras acusan una mayor

CUADRO 4

Datos fenológicos y sumas térmicas de los diferentes subperíodos de las variedades de soja agrupadas por precocidad, en las siembras continuadas de 1962-63.

Variedades	Siembra	Nacimiento	Floración	Fructificación	Maduración	Subperíodos							
						Nae-Florac.		Flor-Fruct.		Fruct-Madur.		Nacim-Madur.	
						Días	Suma tº	Días	Suma tº	Días	Suma tº	Días	Suma tº
Precoces	1-X	11-X	13-XI	23-XI	27-XII	33	632,8	10	196,6	34	770,3	77	1.599,7
	19-X	2-XI	27-XI	5-XII	8-I	25	541,5	8	161,6	34	807,1	67	1.510,2
	22-XI	3-XII	26-XII	3-I	4-II	23	524,4	8	192,4	32	786,1	63	1.502,9
	12-I	17-I	12-II	16-II	29-III	26	660,2	4	103,6	41	896,3	71	1.660,1
	31-I	11-II	3-III	5-III	20-IV	20	480,3	2	52,9	46	903,7	68	1.436,9
Semi-precoces	1-X	11-X	22-XI	28-XI	2-I	42	810,2	6	139,4	35	795,6	83	1.745,2
	19-X	2-XI	10-XII	27-XII	9-III	38	811,7	17	403,5	72	1.754,9	127	2.970,1
	22-XI	3-XII	13-I	22-I	18-III	41	943,3	9	216,6	55	1.333,2	105	2.493,1
	12-I	17-I	19-II	24-II	10-IV	33	842,4	5	110,3	45	956,7	83	1.909,4
	31-I	11-II	4-III	12-III	30-IV	21	506,9	8	185,7	49	957,0	78	1.649,6
Semi-tardías	1-X	11-X	29-XII	19-I	9-IV	49	1.645,6	21	488,9	80	1.851,2	150	3.985,7
	19-X	2-XI	14-I	30-I	7-IV	73	1.635,5	16	394,7	67	1.532,0	156	3.562,2
	22-XI	3-XII	3-II	16-II	6-IV	62	1.474,0	13	328,3	49	1.067,0	124	2.869,3
	12-I	17-I	1-III	8-III	28-IV	43	1.068,8	7	173,5	51	1.008,3	101	2.250,6
	31-I	11-II	11-III	16-III	15-V	28	666,8	5	108,4	60	1.088,9	93	1.864,1
Tardías	1-X	11-X	8-II	19-II	16-IV	120	2.651,1	11	283,0	56	1.170,4	187	4.104,5
	19-X	2-XI	16-II	25-II	15-IV	106	2.471,0	9	210,4	49	1.023,0	164	3.704,4
	22-XI	2-XII	23-II	8-III	16-IV	82	1.969,1	13	311,7	39	770,5	134	3.051,3
	12-I	17-I	8-III	17-III	26-IV	50	1.242,3	9	190,0	40	776,8	99	2.299,1
	31-I	11-II	20-III	26-III	13-V	37	860,0	6	116,6	48	859,7	91	1.836,3

duración al cumplirse con las menores temperaturas de comienzo de otoño. En mayor o menor grado, cuando la maduración se produce al finalizar el verano y comienzos de otoño, esto se observa en todas las variedades, cualquiera sea el grupo.

De todas estas consideraciones parciales surge la expresión fenológica total del subperíodo nacimiento-floración, que en estas variedades precoces posee una duración más o menos constante, entre 65 y 75 días según la época de siembra, con el mejor comportamiento bioclimático en la siembra de fines de noviembre.

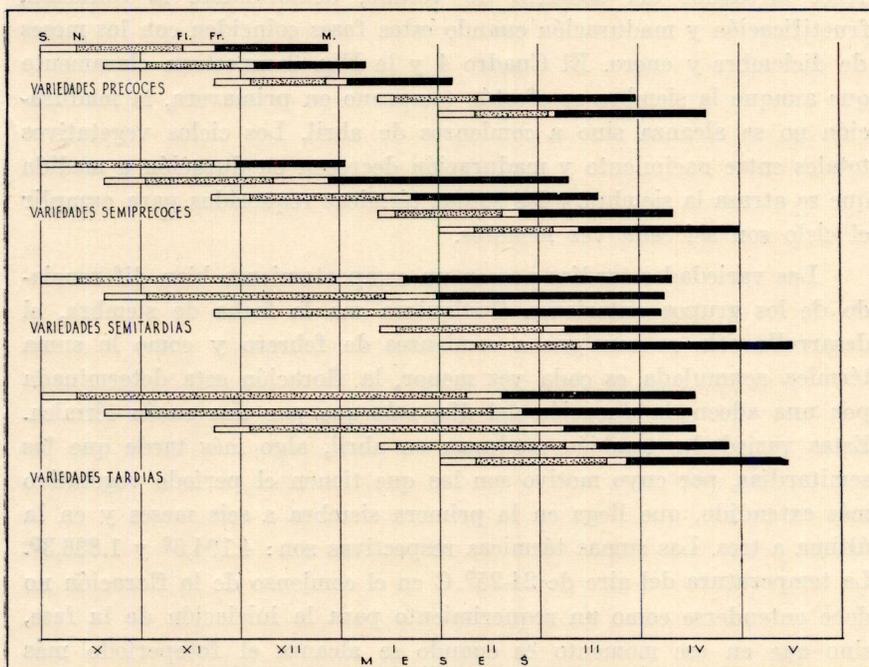


Fig. 3 — Duración de los diferentes subperíodos vegetativos de las variedades de soja en el ambiente de Buenos Aires durante 1962/63. (S: siembra; N: nacimiento; Fl: Floración; Fr: Fruct. y M: maduración).

En las variedades semi-precoces se observa un comportamiento particular en la primera siembra, distinto de lo que acontece con las siguientes. En efecto, cuando las fases del desarrollo pueden producirse antes del solsticio de verano, estas variedades se comportan precozmente y el ciclo total es ligeramente mayor al de las variedades del primer grupo analizado. Pero cuando la floración y fructificación debe producirse con los días más largos, el ciclo vegetativo se dilata, no produciéndose

el amarilleo de los frutos hasta el mes de marzo. A partir de la segunda siembra continuada las fases fueron acelerándose, con subperíodos vegetativos progresivamente más cortos y menor requerimiento de sumas térmicas, lo que indica una acción favorable y creciente de la duración del día.

Las variedades semitardías acentúan el comportamiento particular de las semi-precoces, siendo evidente la incidencia desfavorable del pleno verano para el desarrollo. La Fig. 1 muestra el comportamiento de la variedad Lee donde la curvatura marca la dificultad para florecer alrededor del solsticio de verano, demorándose la floración, fructificación y maduración cuando estas fases coinciden con los meses de diciembre y enero. El Cuadro 4 y la Fig. 3 muestran claramente que aunque la siembra se efectúe temprano en primavera, la maduración no se alcanza sino a comienzos de abril. Los ciclos vegetativos totales entre nacimiento y maduración decrecen en duración a medida que se atrasa la siembra y las sumas térmicas requeridas para cumplir el ciclo son así cada vez menores.

Las variedades tardías poseen un comportamiento bien diferenciado de los grupos anteriores. Cualquiera sea la fecha de siembra, el desarrollo sólo se consigne a comienzos de febrero y como la suma térmica acumulada es cada vez menor, la floración esta determinada por una adecuada duración del día, más que por una razón térmica. Estas variedades también maduran en abril, algo más tarde que las semitardías, por cuyo motivo son las que tienen el período vegetativo más extendido, que llega en la primera siembra a seis meses y en la última a tres. Las sumas térmicas respectivas son: 4.104,5^o y 1.836,3^o. La temperatura del aire de 24-25^o C en el comienzo de la floración no debe entenderse como un requerimiento para la iniciación de la fase, sino que en ese momento es cuando se alcanza el fotoperíodo más largo compactible con la floración. Donde la variación entre fechas extremas es más evidente, tanto en lo referente a duración como a sumas térmicas, es en el subperíodo nacimiento-floración, ya que la reducción es mayor de las dos terceras partes en la siembra más tardía. Esto indica que este subperíodo en las variedades tardías es el más independiente de la temperatura. Como la floración se produce siempre en días acortándose y temperaturas favorables, el comienzo de fructificación no está prácticamente influenciado por la época de siembra, salvo en las muy tardías.

Las consideraciones efectuadas para cada grupo de variedades en su comportamiento durante 1962/63 en el ambiente de Buenos Aires,

se corrobora con la Fig. 4 donde se muestran las sumas térmicas promedio 1958-1963 de cuatro variedades típicas en el subperíodo nacimiento-floración y a través de una dilatada época de siembra. Las curvas tienen una inflexión similar a las correspondientes a la duración del subperíodo, tal como se mostró en la Fig. 2.

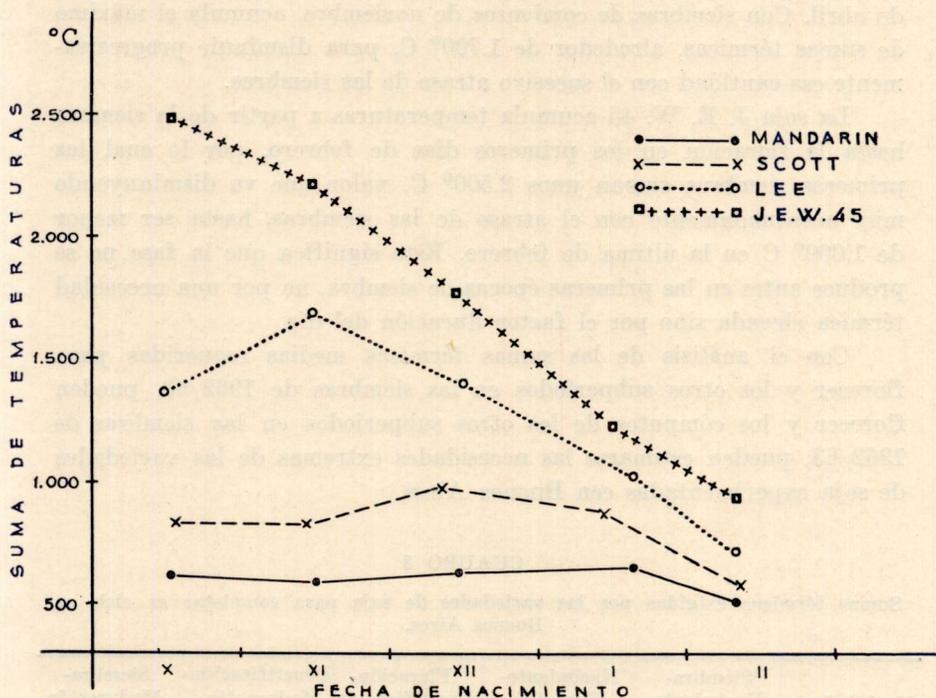


Fig. 4 — Suma de temperaturas según fecha de siembra de cuatro variedades de soja pertenecientes a distintos grupos de precocidad.

Mandarín exige alrededor de 600° C de temperatura desde nacimiento hasta floración, cualquiera sea la época de siembra, con poco aumento en las siembras de pleno verano y una lógica disminución en la tardía de fines de enero-febrero por coincidir la fase de floración con duraciones del día más favorables. Lo mismo sucede en las otras tres variedades.

Scott necesita para florecer aproximadamente 800° C, pero cuando la fase se produce en diciembre-enero aumenta algo su acumulación térmica pues actúan condiciones más favorables para el crecimiento que para el desarrollo.

La variedad Lee que se ha seleccionado como prototipo de las semitardías, agudiza la dificultad para florecer en las duraciones de días del verano de Buenos Aires. Cuando la siembra es muy temprana, puede florecer antes de las condiciones críticas con una acumulación térmica inferior, aunque como ya se ha dicho, la fructificación y maduración se dilatan para alcanzar el final del ciclo vegetativo a comienzos de abril. Con siembras de comienzos de noviembre, acumula el máximo de sumas térmicas, alrededor de 1.700° C, para disminuir progresivamente esa cantidad con el sucesivo atraso de las siembras.

La soja J. E. W. 45 acumula temperaturas a partir de la siembra hasta la floración en los primeros días de febrero, por lo cual las primeras siembras suman unos 2.500° C, valor que va disminuyendo muy acentuadamente con el atraso de las siembras, hasta ser menor de 1.000° C en la última de febrero. Esto significa que la fase no se produce antes en las primeras épocas de siembra, no por una necesidad térmica elevada sino por el factor duración del día.

Con el análisis de las sumas térmicas medias requeridas para florecer y los otros subperíodos en las siembras de 1962/63, pueden florecer y los cálculos de los otros subperíodos en las siembras de 1962/63, pueden estimarse las necesidades extremas de las variedades de soja experimentadas en Buenos Aires.

CUADRO 5

Sumas térmicas exigidas por las variedades de soja para completar su ciclo en Buenos Aires.

Variedades	Siembra-Nacimiento		Nacimiento-Floración		Floración-Fructificación		Fructificación-Maduración		Siembra-Maduración	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Precoces	180	200	500	650	50	200	750	900	1.480	1.950
Semiprecoces	180	200	600	1.000	100	400	800	1.700	1.680	3.300
Semitardías	180	200	700	1.700	100	500	1.000	1.800	1.980	4.200
Tardías	180	200	900	2.500	100	300	800	1.200	1.980	4.200

Como se puede apreciar cotejando los cuadros 3 y 5, son necesarios 4.200° C como máximo para completar el ciclo de las variedades de soja más exigentes en la condición extrema. Como la disponibilidad climática de Buenos Aires es de aproximadamente 4.300° C, se deduciría que cualquier variedad de las ensayadas podría sembrarse en el ambiente de Buenos Aires, teniendo asegurado el cumplimiento del ciclo vegetativo. Sin embargo, existen condiciones de humedad

otoñal que dificultan el proceso de maduración y que limitan las siembras de algunas variedades en ciertas épocas.

Es interesante señalar la evidencia que surge del Cuadro 5. A pesar de que las variedades semitardías exigen las mismas sumas térmicas que las tardías, para completar el ciclo en Buenos Aires, los sub-períodos parciales acumulan cantidades diferentes, lo que permite sacar conclusiones sobre la conveniencia de unas u otras en este ambiente de siembras.

Esto muestra la importancia de los estudios fenológicos y bioclimáticos, ya que un análisis del ciclo total no hubiera permitido diferenciar las exigencias térmicas de las distintas etapas del cultivo. Además, este comportamiento fue determinado por el complejo ambiental del lugar de siembra, por lo cual en otra región la reacción varietal será evidentemente distinta, señalándose así la necesidad de ensayos geográficos toda vez que se quiera comprobar la reacción de un cultivo de posible implantación.

Fotoperíodo

La soja fue una de las especies que Garner y Allard utilizaron al estudiar la necesidad de una determinada duración de día para la iniciación del desarrollo. (GARNER y ALLARD, 1920). Se comprobó que es una planta de días cortos, pero si bien éstos aceleran el proceso de la floración, existe una gran cantidad de variedades que reaccionan de muy distinta manera, desde las indifedentes a la duración del día, hasta las que exigen fotoperíodos cortos definidos para iniciar la floración. (GARNER y ALLARD, 1930), (SCHAIK y PROBOST, 1955). Por esta circunstancia en el Hemisferio Norte las variedades se distribuyeron regionalmente según sus exigencias fotoperiódicas en franjas paralelas a los grados de latitud. La reacción fotoperiódica diferente, más que las exigencias térmicas, es lo que determinó la clasificación en grupos de diferente precocidad de maduración, ya que la duración del período vegetativo está prácticamente definido por el fotoperíodo durante el subperíodo nacimiento-floración. Las variaciones que se encuentran en la etapa desde floración a maduración, que son debidas principalmente a la marcha de la temperatura, pueden ser importantes en algunas variedades, pero no llegan a definir la precocidad de la variedad, tal como sucede con la etapa previa al desarrollo. La clasificación de las variedades ensayadas en este trabajo y que se incluyó en el Cuadro 1, responde primordialmente a la reacción de los integrantes de cada grupo a la duración del día.

Las variedades precoces poseen una indiferencia fotoperiódica que les permite florecer en cualquier fecha del verano de Buenos Aires y por eso los ciclos vegetativos de las siembras continuadas son de una duración similar (Fig. 3). Esta condición les permite prosperar en los lugares más alejados del Ecuador, a pesar que los veranos de estos lugares tienen duración del día muy superiores a las toleradas por una especie de días cortos. El cultivo en esos lugares solo está limitado por la satisfacción de una determinada suma de temperaturas sobre el mínimo térmico de crecimiento, en un período libre de heladas suficientemente largo para completarse el desarrollo fásico.

El otro extremo son las variedades tardías, cuyo desarrollo sólo es posible si se alcanza el umbral fotoperiódico mínimo para florecer. Por eso, cualquier fecha de siembra en los ensayos efectuados en Buenos Aires, alcanzó la floración únicamente a partir de fines de enero o principios de febrero, cuando la duración del día es de aproximadamente 14 horas 30 minutos, que deberá considerarse como el fotoperíodo más alto que puede tolerar la variedad J. E. W. 45 para florecer. Otras variedades de este grupo tienen exigencias en días más cortos aún. Las duraciones menores de 14 hs. 30 minutos aceleran el desarrollo y cuando los días son inferiores a 12 horas, la precocidad de las variedades tardías es muy cercano a la duración del ciclo de las variedades de los otros grupos, sembradas en las mismas condiciones. (GARNER y ALLARD, 1930) ABEL, 1961).

La temperatura prácticamente no tiene influencia en el comienzo de la floración de las variedades tardías en el ambiente de Buenos Aires, pues en el fotoperíodo que debe producirse, la temperatura del aire alcanza a 24°-25° C, temperatura bastante superior al límite necesario para que la fase se exprese. Sin embargo, un verano muy caluroso puede acelerar algo la iniciación de la floración, como sucedió en las siembras del año 1959/60. La segunda década de enero de 1960 tuvo una temperatura media de 28,5° C lo que aceleró la floración de J. E. W. 45 al 23 de ese mes (Fig. 1), fecha que posee unos 10 minutos más de duración del día con relación a la considerada limitante. Este es otro ejemplo de que los elementos bioclimáticos no actúan aisladamente, sino que las reacciones que generan son el resultado de la acción combinada de los componentes del complejo ambiental. De cualquier forma, este caso extremo no anula la aseveración de que las variedades tardías exigen un umbral fotoperiódico para florecer.

Por esta característica de tener un ciclo largo en ambientes que no

satisfacen sus necesidades fotoperiódicas, es que la siembra de estas variedades se efectúa en bajas latitudes donde el ciclo se reduce.

Los otros dos grupos, semiprecoz y semitardío, cuentan con variedades que presentan una creciente resistencia a florecer con los días largos del verano de Buenos Aires, menor en las semiprecozes y mayor en las semitardías, especialmente en esta última donde algunas necesitan un umbral fotoperiódico que las acerca a las variedades tardías.

El análisis de los requerimientos en duración del día de las variedades de soja, muestra también desde este ángulo, la necesidad de los ensayos regionales correspondientes, para comprobar la reacción fenológica en los distintos lugares, de las posibles variedades a aconsejar. La curva del régimen fotoperiódico y térmico de cada localidad tal como se muestra en la Fig. 5, para el posible período vegetativo máximo de la soja en Buenos Aires, ayuda en los análisis bioclimáticos de este tipo.

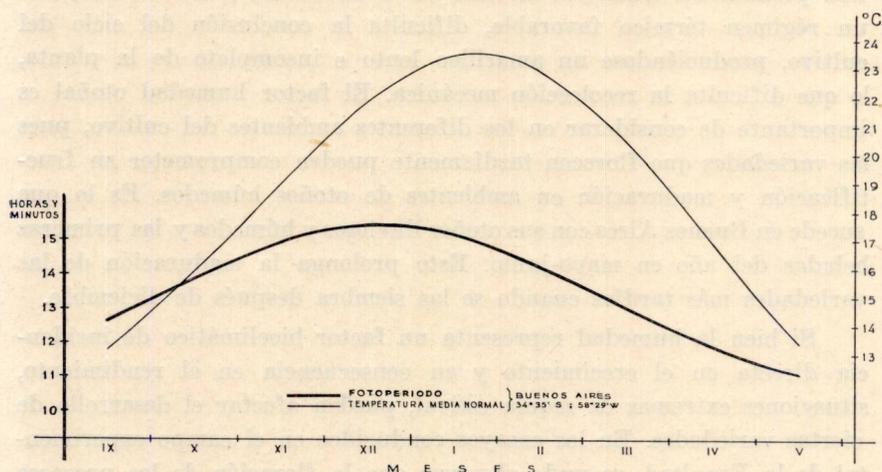


Fig. 5 — Temperatura media normal y duración del día (crepúsculos incluidos) durante el período de vegetación posible para la soja en el ambiente de Buenos Aires.

Humedad

La humedad es un factor bioclimático importante en el comportamiento agrícola regional de una especie, pues junto a la temperatura son los dos parámetros climáticos más importantes en el crecimiento. El régimen de precipitación deberá incidir en cantidad y oportunidad adecuadas, durante el ciclo vegetativo, para que los rendimientos jus-

tifiquen la empresa agrícola. De lo contrario, la posibilidad de irrigación puede reemplazar la insuficiencia de lluvias.

La soja como cultivo de verano, exige considerable cantidad de agua, aunque una vez arraigada es una planta resistente a las sequías. De aquí que la germinación sea un período crítico a la falta de agua en el suelo, pasado el cual soporta bien durante la etapa vegetativa hasta la floración. Pero, como el crecimiento se reduce en condiciones de sequía, la floración se produce en plantas más pequeñas, que lógicamente rendirán menos. Por esta consideración, la etapa previa a la floración debe considerarse como crítica a la falta de agua por la reducción que provoca en los rendimientos. Un trabajo reciente (BROWN y CHAPMAN, 1960), señala la incidencia de los factores bioclimáticos y la disminución progresiva de los rendimientos a medida que disminuye la precipitación en la etapa previa a la floración. Después de esta fase, la falta de agua tiene menor influencia y por el contrario una permanente humedad elevada en la atmósfera y en el suelo, con un régimen térmico favorable, dificulta la conclusión del ciclo del cultivo, produciéndose un amarilleo lento e incompleto de la planta, lo que dificulta la recolección mecánica. El factor humedad otoñal es importante de considerar en los diferentes ambientes del cultivo, pues las variedades que florecen tardíamente pueden comprometer su fructificación y maduración en ambientes de otoños húmedos. Es lo que sucede en Buenos Aires con sus otoños lluviosos y húmedos y las primeras heladas del año en mayo-junio. Esto prolonga la maduración de las variedades más tardías cuando se las siembra después de diciembre.

Si bien la humedad representa un factor bioclimático de incidencia directa en el crecimiento y en consecuencia en el rendimiento, situaciones extremas de sequía estival, pueden afectar el desarrollo de ciertas variedades. En los ensayos conducidos en el campo experimental de la Facultad, se pudo observar que la floración de las precoces y semiprecoces se produce independientemente de la disponibilidad hidrológica. En cambio las semitardías y tardías, pueden modificar la fecha de floración de aquellas épocas de siembra que soportan una humedad del suelo inapropiada, produciéndose una acumulación de temperaturas muy superior a lo normal. Las variedades que más reaccionan son las semitardías, siendo muy evidente el ejemplo de Lee que se acompañan. (Ver Cuadro 6).

La diferencia entre los años 1960/61 y 1961/62 es bien evidente, pudiendo encontrarse la explicación en la distinta disponibilidad de agua que tuvieron las plantas en el suelo durante el crecimiento previo

CUADRO 6

Sumas de temperaturas del sub-período nacimiento floración para la variedad Lee. en Buenos Aires, en dos años de diferente disponibilidad hidrológica durante los meses de noviembre y diciembre.

Fecha de siembra	Suma temp. subper. nac. floración 1960-61	Fecha de siembra	Suma temp. subper. nac. floración 1961-62
29-IX	1.044° C	29-IX	1.111° C
18-X	1.657	21-X	1.292
8-XI	1.932	13-XI	1.331
28-XI	1.620	1-XII	1.355
19-XII	1.290	22-XII	1.123
12-I	1.039	10-I	1.028

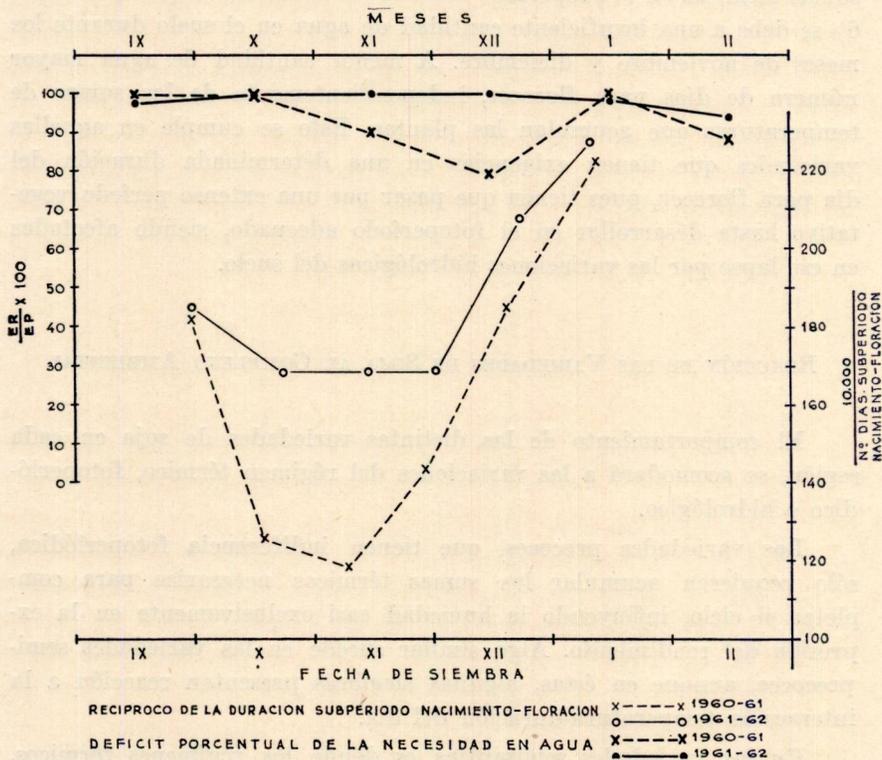


Fig. 6 — Representación de la influencia que tiene la cantidad de agua en el suelo sobre la duración del subperíodo nacimiento-floración en la variedad de soja Lee. (Ver texto).

a la floración. En efecto, calculado el balance hidrológico mensual (THORNTHWAITE y MATTER, 1957) de ambos años, se comprueba que en los meses de noviembre y diciembre de 1960 la evapotranspiración real es inferior a las necesidades en agua que marca la evapotranspiración potencial, siendo la relación $\frac{ER}{EP} \times 100$ inferior al valor máximo 100 que se observa en los mismos meses del año 1961.

La Fig. 6 muestra la variación de la mencionada relación del balance hidrológico con respecto a la marcha de la floración de Lee, considerada ésta, para cada época de siembra, como el recíproco del número de días del subperíodo nacimiento-floración multiplicado por 10.000, para que la forma de las líneas resultantes se correspondan con la relación $\frac{ER}{EP} \times 100$ en cada año. Se interpreta que el atraso de la floración de Lee en el año 1960/61 y su correspondiente aumento de sumas térmicas en el subperíodo nacimiento-floración (Fig. 6 y Cuadro 6) se debe a una insuficiente cantidad de agua en el suelo durante los meses de noviembre y diciembre. A menor cantidad de agua mayor número de días para florecer, independientemente de las sumas de temperaturas que acumulan las plantas. Esto se cumple en aquellas variedades que tienen exigencias en una determinada duración del día para florecer, pues tienen que pasar por una extenso período vegetativo hasta desarrollar en el fotoperíodo adecuado, siendo afectadas en ese lapso por las variaciones hidrológicas del suelo.

REACCIÓN DE LAS VARIEDADES DE SOJA AL COMPLEJO AMBIENTAL

El comportamiento de las distintas variedades de soja en cada región, se acomodará a las variaciones del régimen térmico, fotoperiódico e hidrológico.

Las variedades precoces, que tienen indiferencia fotoperiódica, sólo requieren acumular las sumas térmicas necesarias para completar el ciclo, influyendo la humedad casi exclusivamente en la expresión del rendimiento. Algo similar sucede en las variedades semiprecoces, aunque en éstas, algunas siembras presentan reacción a la interacción temperatura-duración del día.

En las variedades semitardías es donde los regímenes térmicos, fotoperiódicos e hidrológicos juegan un importante rol en la expresión del desarrollo, como se vió en los capítulos correspondientes. Finalmente, las variedades tardías reaccionan específicamente al fotoperíodo,

por lo cual, la acumulación térmica es muy variable según como satisfagan aquel elemento bioclimático.

La diferente integración de los elementos del complejo ambiental regional, determina en las distintas variedades un rendimiento distinto según la fecha de siembra. Este es el fundamento de las siembras geográficas varietales, un ejemplo de las cuales es el estudio realizado en España para determinar la posibilidad regional del cultivo de la soja en la península. (PUERTA ROMERO y otros, 1961).

El estudio del comportamiento varietal en una localidad, lleva al conocimiento de cuáles son las variedades más aptas y cuál es la fecha de siembra más conveniente. En los dos últimos años del ensayo efectuado en Buenos Aires, se realizó una estimación del rendimiento en base a la producción de 100 semillas sembradas en cada una de las épocas de siembra. La posible producción interpolada para siembras espaciadas cada 15 días es lo que se muestra en la Fig. 7. Los valores que se indican no deben tomarse sino como dato ilustrativo y sólo pretenden señalar la conveniencia relativa de la siembra de los diferentes grupos varietales en este ambiente. En sucesivos ensayos con parcelas adecuadas e interpretación estadística de los resultados, tomando en cuenta variedades con sus repeticiones, épocas de siembras, etc., a través de varios años, se tendrán cifras de mayor significación.

De la observación de la Fig. 7 surge que las variedades precoces y semiprecoces son las menos aptas por los menores rendimientos que se obtienen, cualquiera sea la época de siembra. Desde las primeras épocas hasta comienzos de diciembre los rendimientos van en aumento. La declinación de las siembras de Octubre en las variedades precoces fue debida, casi seguramente, a una invasión de malezas que no pudo controlarse por falta de personal durante el ensayo 1962/63 y que hizo disminuir considerablemente los rendimientos de esa época. Luego de la época óptima consignada, los rendimientos comienzan a disminuir, para declinar acentuadamente en las siembras de enero.

Las variedades semitardías y tardías son las más productivas, comenzando en un valor alto que va disminuyendo con el atraso de las siembras, decrecimiento que se hace pronunciado con las siembras tardías, las que desarrollan rápidamente, pues los factores bioclimáticos así lo permiten. Es evidente que los rendimientos están correlacionados con la duración del período vegetativo, (WEISS, WEBER, WILLIAMS, y PROBST, 1950), es decir, con la posibilidad de mayor masa vegetativa que pueda producir abundante floración y fructifica-

ción. De aquí que las variedades precoces y semiprecoces, de rápido desarrollo, rindan poco en comparación.

En las variedades semitardías se insinúa una mejor época de siembra a principios de noviembre donde el rendimiento llega a su máximo, pero la variación es muy pequeña a través de dos meses y

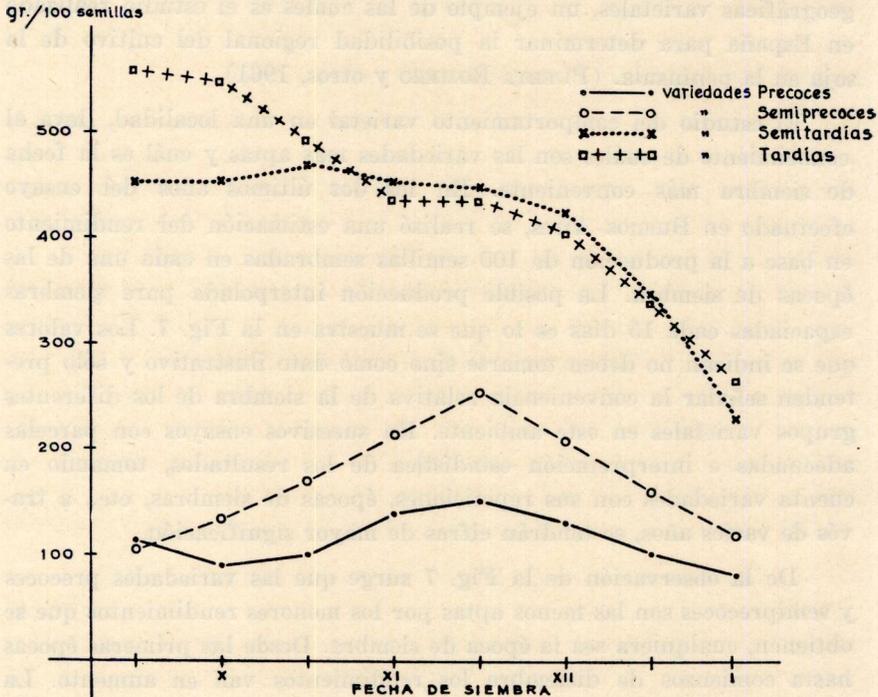


Fig. 7 — Rendimiento calculado en gramos cada 100 semillas sembradas a través del período posible de siembras en Buenos Aires para los cuatro grupos de variedades de soja.

medio de siembras. A partir del 15 de diciembre los rendimientos disminuyen pronunciadamente.

En las variedades tardías el rendimiento decrece a medida que se atrasa la siembra, siendo acentuada la disminución de las últimas. Esta conclusión fue comprobada por otros autores (TORRIE y BRIGGS, 1955). Sin embargo, esto deberá confirmarse con otras experiencias que incluyan más variedades de éste grupo que las usadas en este ensayo. Además, deberá analizarse la convivencia del adelanto de las siembras para obtener un relativo mayor rendimiento con las dificultades o ventajas que podría acarrear una ocupación más dilatada del suelo.

No debe olvidarse que los rendimientos consignados, son el promedio de todas las variedades de cada grupo y lo que se pretende es conocer en cada región o zona cual o cuales son las más aptas. Esto se hubiera podido adelantar con el comportamiento varietal individual, pero no es el motivo de este trabajo sino de sucesivas publicaciones que se realicen.

El análisis realizado sobre el rendimiento relativo de los grupos de variedades a través de distintas épocas de siembra, concuerda con lo obtenido por los autores mencionados hasta ahora en el trabajo y con otros (FEASTER, 1949), (OSLER y CARTTER, 1954), (ABEL, 1961).

CONCLUSIONES

1 — De acuerdo con los ensayos realizados en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, se pueden clasificar las variedades estudiadas en cuatro grupos de precocidad: precoces, semiprecoces, semitardías y tardías, cuyas variedades típicas son: Mandarin, Scott, Lee y J. E. W. 45, respectivamente. Las exigencias bioclimáticas principales de cada biotipo son las siguientes:

a) Las variedades precoces tienen indiferencia fotoperiódica, reaccionado principalmente a una acumulación térmica reducida, cumplida la cual entran en floración.

b) Las variedades semiprecoces también reaccionan a una acumulación térmica, pero algo mayor, estando la floración definida igualmente por la temperatura, aunque las siembras tempranas desarrollan más precozmente que las que tendrían que florecer en diciembre, pues la fase es demorada por los días más largos del verano en Buenos Aires.

c) Las variedades semitardías acentúan la dificultad para florecer alrededor del solsticio de verano por mayor intolerancia a días largos, por lo cual la duración del ciclo y las sumas térmicas requeridas para desarrollar son mayores para las épocas con nacimiento en noviembre respecto a anteriores o posteriores.

d) Las variedades tardías tienen la intolerancia máxima para florecer en días largos, por eso cualquier época de siembra alcanza la floración solamente a comienzos de febrero cuando el fotoperíodo es de 14 h. 30', el que debe considerarse como el umbral fotoperiódico o la duración más larga del día compactible con el desarrollo.

2 — En todas las variedades, las sumas térmicas y la duración del subperíodo nacimiento-floración, decrecen en términos generales con

el atraso de las siembras, con las variaciones que en cada grupo impone la reacción a la duración del día. Lo mismo puede afirmarse respecto del ciclo siembra-maduración.

3 — En las variedades que tienen largo período vegetativo, la insuficiente cantidad de agua en el suelo durante los meses de noviembre y diciembre retrasa la fecha de floración.

4 — La fecha de maduración se atrasa en las variedades tardías y semitardías como consecuencia de la demora en el comienzo del desarrollo, determinando que siembras tardías dificulten la finalización del ciclo del cultivo por la humedad otoñal elevada y las temperaturas que no llegan a producir el amarillamiento de los tejidos.

5 — Como consecuencia de la acción combinada de los elementos bioclimáticos sobre el crecimiento y desarrollo de las variedades de soja ensayadas en Buenos Aires, se concluye que los mejores rendimientos se obtendrían con el cultivo de las variedades semitardías y tardías, estimándose que las fechas de siembra de octubre y noviembre serían las más indicadas.

Las variedades precoces y semiprecoces, de rendimientos muy inferiores, tienen su época de siembra más significativa a comienzos de diciembre.

6 — Entre las variedades semitardías y tardías deberá encontrarse la que mejor se adapta al ambiente de Buenos Aires, siendo importante ajustar la época de siembra más conveniente para evitar dificultades con una maduración dilatada.

7 — El análisis efectuado y las consideraciones que lo motivaron, justifican la realización de ensayos ecológicos regionales para determinan la conveniencia del cultivo de la soja y la ventaja relativa de las distintas variedades.

RESUMEN

Con cinco años de siembras continuadas (1958/1963) se determinaron las exigencias bioclimáticas de diferentes variedades de soja, clasificándoselas como precoces, semiprecoces, semitardías y tardías. Se trazaron las curvas del comportamiento de las sojas Mandarin, Scott, Lee y J. E. W. 45, que son las representantes típicas de estos grupos.

Para el ambiente de Buenos Aires, 34° 35' de latitud Sud, se estudió el comportamiento fenológico y los rendimientos de las siem-

bras escalonadas entre fines de setiembre y fines de enero, concluyéndose que las variedades más aptas son las semitardías y tardías con siembras de octubre y noviembre. Las variedades precoces y semiprecoces, de rendimiento muy reducido, tienen su época óptima de siembra a comienzos de diciembre.

La metodología utilizada y las conclusiones, justifican la realización de ensayos geográficos en la determinación de la convivencia del cultivo de esta especie, tan particular en su reacción a los elementos bioclimáticos de cada región.

SUMMARY

With five years of continuous sowing (1958-1963), the bioclimatic requirements of different varieties of soybean have been determined, classifying them as early, semi-early, semi-late or late. The curves of behaviour of the soybeans Mandarin, Scott, Lee and J. E. W. 45 which are the typical representatives of these groups, have been traced.

For the climate of Buenos Aires, 34° 35' of South latitude, there has been studied the phenological behaviour and the yields of the different times of sowing between the end of September and the period ending of January, coming to the conclusion that the most apt varieties are the semi-late and late with sowings in the months of October and November. The early and semi-early varieties, of a very reduced yield, have their best period of sowing at the beginning of December.

The methodology that has been used and the conclusions, justify the geographical tests in their determination of the convenience of the cultivation of these varieties, so particular in their reaction to the bioclimatic elements of each region.

BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, G. H. jr.: *Response of soybean to date of planting in the Imperial Valley of California*. Agron. Jour. 53 (2): 95-98, 1961.
- BROWN, D. M.: *Soybean ecology. I. Development temperature relationships from controlled environment studies*. Agron. Jour. 52 (9): 493-496, sep. 1960.
- BROWN, D. M. and CHAPMAN, L. J.: *Soybean ecology II. Development temperature moisture relationships from field studies*. Agron. Jour. 52 (9): 496-499, sep., 1960.
- BROWN, D. M. and CHAPMAN, L. J.: *Soybean ecology III. Soybean development units for zones and varieties in the Great Lakes Region*. Agron. Jour. 53 (5): 306-308, sep-oct., 1961.
- F. A. O.: *Anuario de la Producción*. 15: 1-490, 1961.
- FEASTER, C. V.: *Influence of planting date on yield and other characteristics of soybean grown in Southeast Missouri*. Agron. Jour. 41 (2): 57-62, feb., 1949.
- GARNER, W. and ALLARD, H. A.: *Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants*. Journ. Agric. Res. 18: 553-606, 1920.

- GARNER, W. and ALLARD, H. A.: *Photoperiodic response of soybean in relation to temperature and other environmental factors*. Journ. Agr. Res. 41 (10): 719-735, 1930.
- JOHNSON, H. W. and BERNARD, R. L.: *Soybean genetics and breeding*. *Advances in Agronomy*. 14: 149-221, 1962.
- OSLER, R. D. and CARTTER, J. L.: *Effect of planting date on chemical composition and growth characteristics of soybeans*. Agron. Journ. 46 (6): 267-270, jun., 1954.
- PUERTA ROMERO, J. y otros.: *Ensayos de siembras escalonadas en el cultivo de la soja*. Anales Inst. Nac. Invest. Agron. 10 (4): 527-642 Madrid 1961.
- SCHAIK, VAN P. H. and PROBST, A. H.: *Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybean*. Agron. Journ. 50 (4): 192-197, abr., 1955.
- THORNTHWAITE, C. W. and MATHER, J. R.: *Instructions and tables for computing evapotranspiration and the water balance*. Drexel Institute of technology. *Publication in Climatology*. 10 (3): 185-311 Centerton N. J., 1957.
- TORRIE, J. H. and BRIGGS, G. M.: *Effect of planting date on yield and other characteristics of soybean*. Agron. Journ. 47 (5): 210-212, 1955.
- VENTSKEVICH, G. Z.: *Agrometeorology*. Translation of the Russian book. Israel program for Scientific translations. Jerusalem, 300 p., 1961.
- WEISS, G. M., WEBER, C. R. WILLIAMS, L. F. and PROBST, A. H.: *Variability of agronomic and seed compositional characters in soybean, as influenced by variety and time of planting*. Tech. Bull. N° 1017 U. S. Dep. of Agric. Washington D. C. 39. p. Sep. 1950.