

ADAPTACIÓN A LA ZONA CENTRAL DE CHILE DE UNA NUEVA GENERACIÓN DE GENOTIPOS DE SOYA

THE ADAPTATION IN CENTRAL CHILE OF A NEW GENERATION OF
SOYBEAN GENOTYPES

PATRICIO C. PARODI e ISABEL M. NEBREDÁ

Departamento de Ciencias Vegetales

Facultad de Agronomía

Pontificia Universidad Católica de Chile

Casilla 306, Correo 22, Santiago

Summary

Sixty five soybean genotypes of US origin, 21 belonging to maturity group (MG) I, 20 to MG II and 24 to MG III, were analyzed planted in spring at Pirque, RM, Chile, 33°40' lat S and 70°36' long W, 645 m above sea level. Evaluations were made on the agronomic characters mature plant height, reaction to lodging, days from planting to maturity, grain moisture at harvest and yield adjusted to 8% moisture, and the industrial characters oil and protein content expressed on a dry matter basis. Oil and protein yield were also calculated.

Results showed that in general genotypes were well adapted to the location. However, planted in spring, the full season material (MG III) yielded better than earlier genotypes (MG I and II). There were no large variations in oil and protein content associated to MG, although the material varied within MG. The mean seed yield of genotypes in MG I, II and III was 2304, 2566 and 3817 kg · ha⁻¹, respectively. The mean oil yield of genotypes in MG I, II and III was 428, 477 and 676 kg · ha⁻¹, respectively, and the mean protein yield from these MG was 831, 869 and 1400 kg · ha⁻¹, respectively

INTRODUCCIÓN

La soya, *Glycine max* (L.) Merrill ocupa el primer lugar en el mundo como cultivo oleaginoso. No obstante, es su afrecho, con alto contenido de proteína, utilizado en alimentación humana y animal, el principal producto derivado de esta especie; el aceite, a pesar de ser un subproducto, domina el mercado mundial de los aceites vegetales, y prácticamente fija el precio de referencia de los otros aceites vegetales como maravilla, canola, palma, maíz, maní, etc.

Se registran tres intentos por introducir a la soya como cultivo comercial en Chile, todos

fracasados por diferentes causas. El primero se produjo en la década de los años 40 y no prosperó. El segundo ocurrió hace unos 35 años, cuando la soya se consideraba un cultivo oleaginoso, se desconocía la importancia de su proteína y no existía la infraestructura industrial para procesarla. Este esfuerzo también fracasó porque el contenido de aceite de la soya de esos tiempos, alrededor del 15%, no hacía competitivo al cultivo con la maravilla, la principal fuente de aceite vegetal entonces vigente, cuyo contenido de aceite era aproximadamente 42%. La tercera instancia de introducción de la soya ocurrió en la década de los 70, cuando una empresa nacional instaló capacidad industrial para procesar la producción de unas 25.000 ha de soya. Desafortunadamente esa empresa quebró, por razones del todo ajenas a la soya, y nuevamente el cultivo desapareció.

No obstante, los investigadores nacionales han mantenido su interés en la soya y la investigación conducida durante muchos años ha demostrado que la especie es un cultivo enteramente viable dentro de la agricultura nacional de riego.

En el intertanto, sin embargo, han ocurrido importantes cambios en el germoplasma de soya desarrollado por los investigadores estadounidenses. Nuevos genotipos derivados de metodologías de fitomejoramiento convencional e ingeniería genética presentan características agronómicas, nutricionales e industriales que los diferencian considerablemente de los que estaban disponibles hace 10 años. Por ejemplo, se han creado cultivares denominados PRH (plantas resistentes a herbicidas) que implican cambios importantes en el manejo tradicional de la soya, los cuales deben ser conocidos en caso de su eventual reintroducción a la agricultura chilena.

El objetivo de esta investigación fue analizar 65 genotipos de soya de última generación, para evaluar su comportamiento agronómico y su potencial de producción de aceite y proteína, de tal manera de identificar a los que presenten características equilibradamente superiores, para con posterioridad determinar metodologías de manejo que permitan optimizar su productividad agronómica e industrial.

REVISIÓN DE LITERATURA

La soya pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionideae, y al género *Glycine* L. La forma cultivada es *Glycine max* (L.) Merrill. Su origen e historia inicial son desconocidos (Probst y Judd, 1973).

El interés mundial en la soya está dado por su característica de producir un mayor rendimiento de proteína por unidad de superficie que cualquiera otra fuente vegetal o animal, mientras que al mismo tiempo suministra calorías. A pesar que es considerado un cultivo industrial, puede también ser usado directamente como alimento humano. La capacidad de la soya de proveer sus propias necesidades de nitrógeno a través de simbiosis con la bacteria fijadora de nitrógeno *Rhizobium japonicum*, y de dejar en el suelo una importante cantidad de nitrógeno para el cultivo siguiente es de igual interés en esta etapa de alto costo de los fertilizantes

(Parkman, 1975). Esto por sí solo puede hacer al cultivo importante, y se transforma en un factor clave en el desarrollo de sistemas de cultivos enfocados al uso limitado de fertilizantes y otros productos químicos.

A este respecto, la investigación nacional ha demostrado que la fijación de nitrógeno atmosférico mediante la simbiosis soya - *Rhizobium* es suficiente para producir una alta expresión del potencial de rendimiento de los cultivares, sin necesidad de agregar nitrógeno al suelo; más aún, la aplicación de fertilizantes nitrogenados mostró la tendencia a deteriorar los rendimientos. Fue también evidente que en los suelos chilenos, donde la bacteria no existe en forma natural, no es posible lograr rendimientos aceptables con este cultivo sin inocular la semilla o al suelo con *Rhizobium japonicum* (Parodi *et al.*, 1981).

Retomando el aspecto nutricional, la proteína de soya está por debajo de la del pescado, carne, leche entera y huevos, pero es superior a la de los cereales. Adecuadamente procesada la calidad de la proteína de soya es casi igual a la caseína, la principal proteína de la leche. En general, la proteína de soya satisface los requerimientos proteicos del adulto, aun bajo ingesta limitada de nitrógeno. En niños y adolescentes la proteína de soya debe ser suplementada con el aminoácido esencial sulfurado metionina para alcanzar un adecuado equilibrio de nitrógeno o retención neta de nitrógeno cuando la ingesta total de este elemento es limitada. No obstante, con ingestas comparativamente mayores de proteína, el bajo contenido de metionina de la soya no es un factor nutricional limitante. Un principio nutricional con frecuencia olvidado es que las deficiencias que resultan de una ingesta de proteína de baja calidad pueden ser superadas aumentando la cantidad. En consecuencia, al aumentar la disponibilidad de cualquier proteína en la dieta es posible superar algunos problemas de calidad proteica (Bentley, 1975).

El aceite de soya ha tenido un gran impacto en la dieta mundial. En los Estados Unidos provee casi 60% de la grasa consumida, dentro de la cual el aceite de soya parcialmente hidrogenado contribuye con dos tercios del total (Emken, 1979). Tanto el aceite de soya como el aceite parcialmente hidrogenado son bien absorbidos y son buenas fuentes tanto de vitamina E como del ácido graso esencial poliinsaturado,

ácido linoleico (Krishnamurthy, 1979). Este ácido graso se encuentra en proporción relativamente estable del 48 a 52%. El contenido de los otros ácidos grasos es en promedio, ácidos esteárico y palmítico 15%, ácido linolénico 5 a 8%, y ácido oleico 26% (Howell, 1988). Los componentes no-triglicéridos en el aceite de soya alcanzan del 5 al 10%, e incluyen fosfatidas, ácidos grasos libres, esteroides, pigmentos, etc. (Daubert, 1950).

El afrecho de soya es ampliamente utilizado en el mundo y en Chile para alimentación animal debido a sus características nutricionales y energéticas, reconocidas en bovinos, porcinos y aves (National Academy of Sciences, 1969). La calidad nutricional de este producto justifica su difundido empleo en dietas animales, lo que ha sido reconocido por la industria nacional, la cual lo utiliza masivamente en raciones alimenticias, importándolo con un gasto considerable de divisas.

La producción local de soya, en consecuencia, podría representar una considerable economía para el país. Existe suficiente información agronómica para sostener que su cultivo es viable bajo las condiciones agroecológicas de la zona central regada (Nebreda, Parodi y Campos, 1982; Parodi y Nebreda, 1984). No obstante, la información vigente respecto a cultivares puede sufrir de obsolescencia debido a que está referida a una generación anterior de genotipos, la que en la actualidad ha sido reemplazada por nuevos productos de mayor rendimiento, valor nutritivo y calidad industrial, a los que el país no ha tenido acceso debido a una generalizada paralización de la investigación en esta especie.

Es posible, incluso, que algunas de las tecnologías de manejo determinadas como adecuadas para maximizar el potencial de rendimiento del germoplasma sobre el cual se definieron (Nebreda, Parodi y Gurovich, 1983; Parodi y Nebreda, 1982; Parodi y Nebreda, 1984; Parodi, Nebreda, Álvarez y Undurraga, 1981; Zúñiga, Nebreda y Parodi, 1981), deban ser modificadas para acomodar las características de los nuevos genotipos que hoy están disponibles. El control de malezas, por ejemplo, problema recurrente de la agricultura chilena, puede tener que ser enteramente revisado tanto por la creación de plantas resistentes a herbicidas no selectivos (PRH), como por la existencia de nuevos herbicidas biológicos y químicos. La respuesta de los genotipos a un nuevo producto

orgánico estimulador del rendimiento también debe ser evaluada.

En consecuencia, sobre los cimientos de la información vigente es necesario construir una nueva base de datos para conseguir máxima eficiencia y rentabilidad del cultivo de la soya si éste fuera definitivamente introducido al país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se introdujeron desde Estados Unidos 65 genotipos de soya, 21 pertenecientes al grupo de madurez GM I, 20 al GM II y 24 al GM III, los niveles de precocidad considerados como más adecuados para ser cultivados en la Zona Central regada de Chile.

El germoplasma fue sembrado como cultivo de primavera en la Estación Experimental de Pirque de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en tres experimentos simultáneos en que se agruparon los genotipos de acuerdo a su precocidad.

Se usó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las parcelas estuvieron constituidas por dos surcos de 5 m de largo separados a 0,50 m, usando una dosis de semilla equivalente a 600.000 plantas por hectárea. La semilla se inoculó con *Rhizobium japonicum* de origen estadounidense. Se fertilizó con 90 kg · ha⁻¹ de P₂O₅ y 36 kg · ha⁻¹ de nitrógeno como fosfato diamónico incorporado antes de la siembra. El suelo se trató con el insecticida Furadan 10-G² (Carbofurano) en dosis de 40 kg · ha⁻¹ aplicado al surco. La maleza se controló con el herbicida Lasso (alachlor) en dosis de 4 L · ha⁻¹ aplicado de presembrado incorporado y posteriormente con una limpia mecánica. Los insectos del follaje se controlaron con aplicaciones alternadas de Belmark 35 L E (fenvalerato) y Metasystox i 250 EC (demeton-S-metil) en dosis de 200 y 600 cm³ · ha⁻¹, respectivamente, con un total de siete aplicaciones entre el 18 de diciembre de 1990 y el 4 de marzo de 1991. Se aplicó un total de 14 riegos con intervalos de aproximadamente ocho días.

La cosecha se inició cuando la mayoría de

² La mención de un producto comercial no indica su preferencia o endoso por parte de la Pontificia Universidad Católica de Chile por sobre otros productos similares que existan en el mercado.

los genotipos de un determinado experimento había perdido sus hojas, y el 95% de las vainas había alcanzado color café.

Las observaciones realizadas y sus unidades de medición se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1
OBSERVACIONES Y UNIDADES DE MEDICIÓN
Observations and units of measurement

Observación <i>Observation</i>	Unidad de medición Unit of measurement
Altura de planta adulta	cm
Tendedura	1 a 5, 1 = plantas totalmente erectas; 5 = plantas totalmente tendidas
Días a madurez	Días de siembra a cosecha
Humedad del grano	Porcentaje
Rendimiento	Gramos por parcela
Rendimiento	kg · ha ⁻¹ corregido a 8% de humedad
Contenido de aceite	Porcentaje
Contenido de proteína	Porcentaje
Rendimiento de aceite	kg · ha ⁻¹
Rendimiento de proteína	kg · ha ⁻¹

Cada variable, excepto contenido y rendimiento de proteína y aceite, fue sometida a un análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Duncan a nivel de 5%. Los contenidos de proteína y aceite se analizaron sobre un compuesto de las tres repeticiones y por lo tanto no fueron susceptibles a análisis estadístico. El contenido de aceite y proteína se determinó sobre la base de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el propósito de simplificar las comparaciones entre genotipos pertenecientes a diferentes grupos de madurez, los datos se presentan por variable analizada.

Altura de planta adulta

Las alturas de planta adulta, separando los genotipos por grupos de madurez, se presentan en el Cuadro 2. Se observó variación en la altura de planta adulta dentro de los genotipos analizados en cada GM. Así, en el GM I la altura presentó un rango entre 66,7 y 111,7 cm, con un promedio de 86,1 cm. El rango de altura dentro de los genotipos pertenecientes al GM II

estuvo entre 63,3 y 156,7 cm, con un promedio de 103,2 cm. En el GM III el rango de altura estuvo entre 60,0 y 126,7 cm, con un promedio de 101,4 cm. Se observó, en consecuencia, una altura de planta adulta comparativamente menor en los genotipos más precoces, y alturas similares en los genotipos de los GM II y III.

Tendedura

La capacidad de los genotipos de permanecer erectos hasta la madurez, expresada como su valor de tendadura, se presenta en el Cuadro 3.

El rango de reacción a la tendadura dentro de GM I estuvo entre 1,0 y 3,0, con un promedio de 1,36. Se observaron 10 genotipos que no presentaron tendadura, y nueve cuyo valor fue de 1,5. En el GM II, el rango de los niveles de tendadura se observó entre 1,0 y 2,8, con un promedio de 1,74. Sólo dos cultivares no presentaron tendadura, y ocho estuvieron entre 1,2 y 1,8. En el GM III el rango de los niveles de tendadura se observó entre 1,0 y 3,5, con un promedio de 1,65. Sólo dos genotipos no presentaron tendadura, no obstante, 18 estuvieron entre 1,2 y 1,8.

Se puede apreciar que el nivel general de tendadura fue bajo, menor en los cultivares más

CUADRO 2
ALTURA DE PLANTA ADULTA DE 65 GENOTIPOS DE SOYA
PERTENECIENTES A LOS GRUPOS DE MADUREZ
I, II Y III

Mature plant height of 65 soybean genotypes belonging to maturity groups I, II and III

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo <i>Genotype</i>	Altura de planta <i>Plant height</i> (cm)	Genotipo <i>Genotype</i>	Altura de planta <i>Plant height</i> (cm)	Genotipo <i>Genotype</i>	Altura de planta <i>Plant height</i> (cm)
1	96,7 b ¹	31	86,7 g	61	113,3 abc
2	68,3 f	32	86,7 g	62	120,0 abc
3	66,7 f	33	116,7 b	63	98,3 f
4	81,7 de	34	101,7 de	64	100,0 ef
5	96,7 b	35	121,7 b	65	96,7 fg
6	76,7 e	36	105,0 cd	66	108,3 de
7	86,7 cd	37	96,7 ef	67	60,0 j
8	90,0 c	38	96,7 ef	68	88,3 ghi
9	81,7 de	39	91,7 fg	69	121,7 ab
10	66,7 f	40	63,3 i	70	95,0 fgh
11	76,7 e	41	96,7 ef	71	95,0 fgh
12	101,7 b	42	76,7 h	72	120,0 abc
13	101,7 b	43	96,7 ef	73	110,0 d
14	78,3 e	44	86,7 g	74	86,7 hi
15	96,7 b	45	156,7 a	75	60,0 j
16	111,7 a	46	116,7 b	76	91,7 fgh
17	76,7 e	47	108,3 c	77	108,3 de
18	101,7 b	48	121,7 b	78	88,3 ghi
19	81,7 de	49	120,0 b	79	121,7 ab
20	76,7 e	50	116,7 b	80	83,3 i
21	96,7 b			81	108,3 de
				82	120,0 abc
				83	111,7 cd
				84	126,7 a

¹ Los valores unidos por la misma letra, en cada columna, no son estadísticamente diferentes, Duncan 0,05.

precoces y también de menor altura y algo mayor en los GM II y III. La mayoría de los genotipos demostró una reacción a la tendadura (2,0) que permite su cultivo comercial bajo las condiciones en que se condujo esta investigación.

Precocidad

La precocidad estimada como días desde siembra a madurez, para cada GM, se presenta en el Cuadro 4.

Como era predecible, la precocidad de los genotipos presentó diferencias entre GM. Así, en el GM I el rango de precocidad se extendió entre 82,7 y 104,0 días entre siembra y madu-

rez, con un promedio de 94,4 días. En el GM II el rango fluctuó entre 104,0 y 126,3 días entre siembra y madurez, con un promedio de 116,5 días. En el GM III el rango estuvo entre 105,7 y 128,0 días entre siembra y madurez, con un promedio de 119,1 días. En consecuencia, entre los GM I y II hubo en promedio una diferencia de precocidad de 22,1 días; entre los GM II y III la diferencia fue de sólo 2,6 días, y entre los GM I y III la diferencia de precocidad fue de 24,7 días.

Esta información señala que las diferencias de precocidad entre los genotipos de los GM II y III analizados fueron en promedio de baja magnitud, y de ser consistentes no deberían

CUADRO 3
REACCIÓN A LA TENEDURA DE 65 GENOTIPOS DE SOYA
PERTENECIENTES A LOS GRUPOS DE MADUREZ
I, II Y III

*Lodging reaction of 65 soybean genotypes belonging
to maturity groups I, II and III*

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Tenedura	Genotipo	Tenedura	Genotipo	Tenedura
Genotype	Lodging (1-5)	Genotype	Lodging (1-5)	Genotype	Lodging (1-5)
1	1,8 cd ¹	31	1,0 f	61	1,0 e
2	1,2 ef	32	1,7 cdef	62	1,5 de
3	1,0 f	33	1,8 bcdef	63	1,3 de
4	1,5 de	34	1,7 cdef	64	1,5 de
5	1,8 cd	35	2,0 abcde	65	1,2 de
6	1,0 f	36	1,0 f	66	1,2 de
7	1,2 ef	37	1,8 bcdef	67	1,0 e
8	2,3 b	38	2,3 abcd	68	1,7 cde
9	1,3 ef	39	1,5 def	69	2,3 bc
10	1,0 f	40	1,8 bcdef	70	1,2 de
11	1,0 f	41	2,0 abcde	71	1,5 de
12	2,0 bc	42	1,8 bcdef	72	3,0 ab
13	3,0 a	43	1,2 ef	73	1,5 de
14	1,5 de	44	1,7 cdef	74	1,2 de
15	1,3 ef	45	2,7 ab	75	1,2 de
16	1,2 ef	46	2,8 a	76	1,5 de
17	1,3 ef	47	2,5 abc	77	1,8 cd
18	1,3 ef	48	2,7 ab	78	1,7 cde
19	1,8 cd	49	2,3 abcd	79	2,8 ab
20	1,0 f	50	2,2 abcd	80	1,3 de
21	1,3 ef			81	1,5 de
				82	1,7 cde
				83	1,5 de
				84	3,5 a

¹ Los valores unidos por la misma letra, en cada columna, no son estadísticamente diferentes, Duncan 0,05.

constituir por sí solos criterio de selección que permita discriminar entre genotipos.

No obstante, si se consideran los extremos dentro de cada grupo de madurez, las diferencias se hacen mayores. Así, por ejemplo, el genotipo más precoz en el GM I, 82,7 días de siembra a madurez, pudo ser cosechado 21 y 43 días antes, respectivamente que los genotipos más precoz y más tardío del GM II, y 23 y 46 días antes, respectivamente, que los genotipos extremos del GM III. Hubo además algún traslape de los genotipos extremos entre GM, lo que sugiere que la clasificación de origen, determinada bajo condiciones agroecológicas diferentes a las nacionales, puede variar por influencia de factores ambientales y de manejo

locales, entre los que pueden mencionarse las noches más frías y el riego.

Humedad del grano a la cosecha

La humedad de los granos a la cosecha tiende a no ser crítica en los genotipos precoces, y si no hay riesgo de desgrane, la cosecha puede atrasarse hasta que el genotipo alcance la humedad adecuada. En los cultivares más tardíos, sin embargo, postergar la cosecha para esperar que el genotipo disminuya el contenido de humedad de sus semillas puede no ser práctico, ya que la menor temperatura y aumento de la humedad ambiental pueden dificultar el proceso de secado natural de los granos, y el riesgo de precipitaciones en general obliga a cosechar

CUADRO 4
PRECOCIDAD, EXPRESADA COMO DÍAS DE SIEMBRA A MADUREZ, DE 65 GENOTIPOS DE SOYA
PERTENECIENTES A LOS GRUPOS DE MADUREZ I, II Y III

*Earliness, measured as days from planting to maturity, of 65 soybean genotypes
belonging to maturity groups I, II and III*

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Días a madurez	Genotipo	Días a madurez	Genotipo	Días a madurez
Genotype	Days to maturity	Genotype	Days to maturity	Genotype	Days to maturity
1	98,0 c ¹	31	112,0 i	61	120,0 efg
2	94,3 ef	32	114,7 h	62	122,0 cd
3	89,7 h	33	125,0 b	63	113,7 k
4	94,3 ef	34	123,7 c	64	114,0 k
5	96,0 d	35	123,3 c	65	109,7 l
6	86,7 i	36	104,0 l	66	115,7 j
7	93,7 fg	37	112,7 i	67	123,0 c
8	93,7 fg	38	112,3 i	68	119,0 ghi
9	94,3 ef	39	115,0 h	69	121,0 def
10	86,0 i	40	126,3 a	70	118,3 hi
11	94,0 fg	41	105,7 jk	71	107,0 m
12	99,7 b	42	105,0 k	72	125,7 b
13	100,3 b	43	121,7 d	73	121,3 de
14	95,3 de	44	107,0 j	74	119,0 ghi
15	98,3 c	45	122,0 d	75	105,7 m
16	82,7 j	46	119,3 fg	76	117,7 i
17	93,0 g	47	118,7 g	77	122,3 cd
18	104,0 a	48	120,7 e	78	118,3 hi
19	96,0 d	49	120,0 ef	79	128,0 a
20	93,3 fg	50	120,0 ef	80	119,7 fgh
21	100,0 b			81	122,3 cd
				82	126,0 b
				83	121,0 def
				84	127,7 a

¹ Los valores unidos por la misma letra, en cada columna, no son estadísticamente diferentes, Duncan 0,05.

mientras se pueda operar la maquinaria en el campo.

El contenido de humedad de los granos a la cosecha de los 65 genotipos analizados se presenta en el Cuadro 5. Los genotipos pertenecientes al GM I presentaron un rango de humedad desde 10,4 hasta 14,4%, con un promedio de 11,5%. En el material incluido en el GM II, el rango de humedad de los granos a la cosecha fluctuó entre 11,1 y 15,7% con un promedio de 13,3%. En el GM III el rango de humedad de los granos de los genotipos analizados estuvo entre 10,9 y 21,7%, con un promedio de 13,8%.

Hubo en consecuencia diferencias entre los GM, produciéndose la relación esperada en el sentido que los genotipos pertenecientes al GM I presentaron sus granos con menor contenido de humedad que los genotipos más tardíos. La diferencia entre los GM I y II fue 1,8 puntos porcentuales; entre los GM II y III esta diferencia fue de sólo 0,5 puntos porcentuales, entre los GM I y III la diferencia fue de 2,3 puntos porcentuales.

En Chile no existen normas de comercialización respecto a la humedad del grano de la soya. Las normas vigentes para las dos especies

CUADRO 5
HUMEDAD DEL GRANO A LA COSECHA DE 65 GENOTIPOS DE SOYA PERTENECIENTES
A LOS GRUPOS DE MADUREZ I, II Y III

Harvest grain moisture of 65 soybean genotypes belonging to maturity groups I, II and III

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Humedad del grano	Genotipo	Humedad del grano	Genotipo	Humedad del grano
Genotype	Grain moisture %	Genotype	Grain moisture %	Genotype	Grain moisture %
1	12,5 c ¹	31	14,9 abc	61	12,1 efghij
2	11,6 de	32	14,5 abcd	62	12,0 efghij
3	10,9 defg	33	14,6 abcd	63	13,3 def
4	11,3 def	34	15,7 a	64	12,6 defgh
5	11,0 defg	35	13,4 def	65	13,4 de
6	10,4 g	36	14,2 bcde	66	11,8 ghij
7	11,4 de	37	13,2 defg	67	10,9 j
8	11,4 de	38	12,4 fgh	68	13,0 defg
9	11,3 def	39	12,7 efgh	69	16,9 b
10	10,6 fg	40	11,1 i	70	13,0 defg
11	10,5 g	41	13,3 defg	71	12,5 defghi
12	11,7 d	42	11,9 ghi	72	21,1 a
13	11,2 defg	43	12,9 efgh	73	12,5 defghi
14	11,0 defg	44	11,6 hi	74	11,2 ij
15	11,5 de	45	12,4 fgh	75	12,5 defghi
16	13,6 b	46	12,6 efgh	76	12,8 defg
17	10,8 efg	47	15,2 ab	77	15,3 c
18	11,3 def	48	11,6 hi	78	13,9 d
19	11,3 def	49	13,4 cdef	79	21,7 a
20	11,2 defg	50	14,4 abcd	80	12,0 efghij
21	14,4 a			81	11,7 ghij
				82	11,9 fghij
				83	11,4 hij
				84	21,6 a

¹ Los valores unidos por la misma letra, en cada columna, no son estadísticamente diferentes, Duncan 0,05.

oleaginosas que se cultivan en el país indican 9% para el raps y 8% para la maravilla. Ambos valores imponen una exigencia exagerada sobre los productores, ya que es difícil que se alcance en forma natural ese contenido de humedad sin que se produzca desgrane y/o daño de pájaros. No obstante, considerando que la soya se debería cultivar en la misma región geográfica en que se siembra maravilla, es dable suponer que también se fijaría como valor estándar 8%. Dentro de los cultivares analizados no se identificó alguno que presentara ese nivel de humedad de sus granos a la cosecha, lo

que implica que puede ser necesario adelantar la fecha de siembra en los tres GM, y posiblemente también atrasar la fecha de cosecha de los genotipos de los GM I y II. Debe considerarse también el uso de desecantes químicos, observando su efecto sobre un eventual desgrane.

Rendimiento de semilla ajustado a 8% de humedad

El rendimiento de los 65 genotipos estudiados separados por GM, se presenta en el Cuadro 6. Los cultivares más precoces, pertenecientes al

CUADRO 6
RENDIMIENTO DE SEMILLA DE 65 GENOTIPOS DE SOYA PERTENECIENTES
A LOS GRUPOS DE MADUREZ I, II Y III

Grain yield of 65 soybean genotypes belonging to maturity groups I, II and III

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Rendimiento	Genotipo	Rendimiento	Genotipo	Rendimiento
Genotype	Yield kg · ha ⁻¹	Genotype	Yield kg · ha ⁻¹	Genotype	Yield kg · ha ⁻¹
1	2.135 d ¹	31	2.495 cde	61	3.269 ij
2	2.314 bc	32	2.102 f	62	3.643 g
3	2.424 abc	33	2.375 def	63	4.555 c
4	2.601 a	34	2.329 def	64	3.998 ef
5	2.469 abc	35	2.947 a	65	4.295 d
6	2.113 d	36	2.989 a	66	4.503 c
7	2.544 ab	37	2.215 ef	67	3.862 fg
8	2.087 de	38	2.724 bc	68	5.181 a
9	2.389 bc	39	2.377 def	69	4.720 b
10	2.135 d	40	2.172 ef	70	4.228 de
11	2.064 de	41	2.675 bcd	71	4.070 e
12	2.442 abc	42	2.679 bcd	72	2.823 l
13	2.470 abc	43	2.888 ab	73	3.452 h
14	2.225 cd	44	2.829 abc	74	3.282 ij
15	2.554 b	45	2.344 ef	75	3.311 i
16	1.764 g	46	2.536 cd	76	3.483 h
17	2.238 cd	47	2.739 bc	77	3.053 k
18	2.442 abc	48	2.445 de	78	3.443 hi
19	2.477 abc	49	2.481 cde	79	3.293 i
20	2.523 ab	50	2.985 a	80	3.396 hi
21	1.967 f			81	4.227 de
				82	3.687 g
				83	4.266 d
				84	3.576 gh

¹ Los valores unidos por la misma letra, en cada columna, no son estadísticamente diferentes, Duncan 0,05.

GM I presentaron un rango de rendimiento entre 1764 y 2601 kg · ha⁻¹, con un promedio de 2304 kg · ha⁻¹. El grupo de madurez intermedia dentro de este material (GM II), tuvo un rango de rendimiento entre 2102 y 2989 kg · ha⁻¹ y el promedio fue de 2566 kg · ha⁻¹, lo que equivale a un aumento de 11,4% en relación al GM I. Los genotipos más tardíos dentro de este germoplasma presentaron un rango de rendimiento entre 2823 y 5181 kg · ha⁻¹, con un promedio de 3817 kg · ha⁻¹. Este promedio representa un incremento del 48,8% respecto al GM I y del 65,7% respecto al GM I.

Estos resultados confirman información previa que indicaba que en siembras de primavera era recomendable utilizar cultivares cuyo ciclo de desarrollo les permitiera hacer máximo uso

de las condiciones climáticas de esta zona, lo que se ha expresado consistentemente en mayores rendimientos. Los cultivares más precoces, en este caso GM I y II no parecen ser adecuados para siembras de primavera, sino que deberían utilizarse en siembras tardías o en segunda siembra, sucesiva a la cosecha del trigo.

Dentro de cada GM hubo genotipos que demostraron mejor adaptación que otros. Así, en el GM I, donde el mayor rendimiento absoluto fue de 2.601 kg · ha⁻¹, hubo otros ocho genotipos cuyos rendimientos no fueron significativamente diferentes. En el GM II, cuyo mayor rendimiento absoluto fue de 2.989 kg · ha⁻¹, hubo otros cuatro genotipos que no difirieron significativamente en su rendimiento. Finalmente,

CUADRO 7
CONTENIDO DE ACEITE, BASE SECA, DE 65 GENOTIPOS DE SOYA PERTENECIENTES
A LOS GRUPOS DE MADUREZ I, II Y III
*Oil content, dry matter basis, of 65 soybean genotypes belonging to maturity
groups I, II and III*

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Contenido de aceite	Genotipo	Contenido de aceite	Genotipo	Contenido de aceite
Genotype	Oil content %	Genotype	Oil content %	Genotype	Oil content %
1	18,5	31	19,7	61	17,8
2	20,3	32	18,5	62	17,2
3	19,5	33	17,9	63	19,0
4	18,7	34	18,8	64	18,3
5	17,6	35	18,5	65	19,0
6	18,1	36	20,5	66	18,9
7	19,3	37	18,5	67	18,3
8	18,7	38	19,0	68	18,5
9	17,4	39	17,7	69	16,4
10	18,6	40	17,2	70	15,2
11	19,0	41	18,4	71	18,7
12	18,1	42	18,7	72	16,6
13	18,3	43	18,7	73	16,4
14	19,4	44	19,7	74	16,7
15	18,5	45	18,4	75	18,7
16	16,4	46	17,9	76	17,7
17	17,8	47	19,3	77	16,8
18	19,2	48	17,8	78	18,9
19	19,1	49	18,0	79	17,1
20	18,3	50	17,7	80	17,7
21	19,3			81	18,8
				82	16,4
				83	17,8
				84	17,1

en el GM III, donde el mayor rendimiento absoluto fue de 5.181 kg · ha⁻¹ no hubo otros genotipos estadísticamente no diferentes de ese valor, pero sí hubo otros ocho cuyos rendimientos superaron los 4.000 kg · há⁻¹.

Dado que las condiciones ambientales de una siembra de primavera no son idénticas a las de una realizada a comienzos de verano, no es posible seleccionar genotipos de los GM I y II sólo sobre la base de un rendimiento. La ecuación de selección debe considerar además las variables contenido de aceite y contenido de proteína, más bien para eliminar a aquellos claramente inferiores y sólo para continuar analizando a los mejores. La selección, aunque basada en datos de sólo un año es más directa

en los genotipos de más largo período de desarrollo (GM III).

Sobre la base de estos resultados y los que se discuten a continuación, contenido y rendimiento de aceite y proteína, se seleccionó en primer lugar genotipos de los GM I y II para siembra de verano, y genotipos del GM III para siembra de primavera, y en segunda instancia también genotipos de los GM I y II para siembras tardías de primavera.

Contenido de aceite

El contenido de aceite, estimado sobre base seca, de los genotipos estudiados, separados por GM, se presenta en el Cuadro 7. No se observaron diferencias importantes entre los

CUADRO 8
CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA, BASE SECA, DE 65 GENOTIPOS DE SOYA
PERTENECIENTES A LOS GRUPOS DE MADUREZ I, II Y III
*Crude protein content, dry matter basis, of 65 soybean genotypes belonging
to maturity groups I, II and III*

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Contenido de proteína	Genotipo	Contenido de proteína	Genotipo	Contenido de proteína
Genotype	Protein content %	Genotype	Protein content %	Genotype	Protein content %
1	37,4	31	34,5	61	36,7
2	35,9	32	36,7	62	35,2
3	35,4	33	37,0	63	35,2
4	36,3	34	34,5	64	35,9
5	38,0	35	34,6	65	35,6
6	36,4	36	34,3	66	36,6
7	33,9	37	35,9	67	38,0
8	34,1	38	35,3	68	35,4
9	36,5	39	35,3	69	39,1
10	36,3	40	37,6	70	38,1
11	36,4	41	34,7	71	37,1
12	36,9	42	37,2	72	38,3
13	36,8	43	36,8	73	37,2
14	35,6	44	36,2	74	38,0
15	34,8	45	35,4	75	35,6
16	39,1	46	35,6	76	36,8
17	37,3	47	34,1	77	36,4
18	34,8	48	36,9	78	35,9
19	34,6	49	36,5	79	38,5
20	37,5	50	33,2	80	37,6
21	34,3			81	36,4
				82	36,3
				83	36,8
				84	34,5

contenidos de aceite de los genotipos pertenecientes a cada uno de los GM estudiados. Así, los genotipos más precoces (GM I) presentaron un rango entre 16,4 y 20,3%, con un promedio de 18,6%; el material intermedio (GM II) presentó contenidos de aceite que fluctuaron entre 17,2 y 20,5% con un promedio de 18,5%; los genotipos más tardíos (GM III) mostraron un rango entre 15,2 y 19,0%, y un promedio de 17,7%.

Esta información sugiere que no es factible diferenciar entre GM por contenido de aceite, en esta fecha de siembra, y que dentro de cada GM se puede seleccionar genotipos con contenidos de aceite comparativamente superiores.

Los datos indican además que, al menos en esta época de siembra, el nuevo material no demuestra cambios en su contenido de aceite respecto a germoplasma más antiguo estudiado en esta misma localidad y confirma lo expresado con anterioridad en cuanto a que el contenido de aceite de la soya no es comparable al de las otras dos especies oleaginosas cultivadas en Chile, maravilla y raps.

Contenido de proteína

El contenido de proteína, expresado en base seca de los 65 genotipos estudiados se presenta en el Cuadro 8 separado por GM. Como ocurrió

CUADRO 9
 RENDIMIENTO DE ACEITE DE 65 GENOTIPOS DE SOYA PERTENECIENTES
 A LOS GRUPOS DE MADUREZ I, II Y III
*Oil yield of 65 soybean genotypes belonging to maturity
 groups I, II and III*

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Rendimiento de aceite	Genotipo	Rendimiento de aceite	Genotipo	Rendimiento de aceite
<i>Genotype</i>	<i>Oil yield</i> kg · ha ⁻¹	<i>Genotype</i>	<i>Oil yield</i> kg · ha ⁻¹	<i>Genotype</i>	<i>Oil yield</i> kg · ha ⁻¹
1	395	31	492	61	582
2	470	32	389	62	627
3	473	33	425	63	865
4	486	34	438	64	732
5	435	35	545	65	816
6	382	36	613	66	851
7	491	37	410	67	707
8	390	38	518	68	958
9	416	39	421	69	774
10	397	40	374	70	643
11	392	41	492	71	761
12	442	42	501	72	469
13	452	43	540	73	566
14	432	44	557	74	548
15	472	45	431	75	619
16	289	46	454	76	616
17	398	47	529	77	513
18	469	48	435	78	651
19	473	49	447	79	563
20	462	50	528	80	601
21	380			81	795
				82	605
				83	759
				84	612

con el contenido de aceite, no se observó respecto a este componente una asociación definida con el GM a que pertenecía el material. Los 21 genotipos pertenecientes al GM I presentaron un rango de contenido de proteína que varió entre 33,9 y 39,1%, con un promedio de 36,1%. Dentro de los 20 genotipos pertenecientes al GM II, el contenido de proteína varió entre 34,1 y 37,6%, con un promedio de 35,6%. Finalmente, en el GM III, el rango de los 24 genotipos fluctuó entre 34,5 y 39,1%, con un promedio de 36,7%.

Se puede concluir que más que buscar un comportamiento asociado a GM, es necesario identificar genotipos dentro de cada GM que presenten un contenido de proteína comparativamente más alto, y seleccionar a aquellos que

junto con presentar esta característica, demuestren ser equilibradamente superiores en la expresión de los otros caracteres de interés agrónomico e industrial. Lo anterior debe ser también relacionado con la época de siembra del material, ya que sus diferentes precocidades facultan una importante variación en ese elemento del manejo tecnológico, que podría inducir a una interacción genotipo por medio ambiente distinta, y por ende a una mayor diferenciación respecto a este carácter.

Rendimiento de aceite

El rendimiento de aceite del material analizado, separado por GM, se presenta en el Cuadro 9. Como se indicó en la sección 4.6, las variacio-

CUADRO 10
 RENDIMIENTO DE PROTEÍNA DE 65 GENOTIPOS DE SOYA PERTENECIENTES
 A LOS GRUPOS DE MADUREZ I, II Y III
*Protein yield of 65 soybean genotypes belonging to maturity groups
 I, II and III*

Grupo de madurez I		Grupo de madurez II		Grupo de madurez III	
Genotipo	Rendimiento de proteína	Genotipo	Rendimiento de proteína	Genotipo	Rendimiento de proteína
<i>Genotype</i>	<i>Protein yield</i> kg · ha ⁻¹	<i>Genotype</i>	<i>Protein yield</i> kg · ha ⁻¹	<i>Genotype</i>	<i>Protein yield</i> kg · ha ⁻¹
1	798	31	861	61	1.200
2	831	32	771	62	1.282
3	858	33	879	63	1.603
4	944	34	804	64	1.435
5	938	35	1.020	65	1.529
6	769	36	1.025	66	1.648
7	862	37	795	67	1.468
8	712	38	962	68	1.834
9	872	39	839	69	1.845
10	775	40	817	70	1.611
11	751	41	928	71	1.510
12	901	42	997	72	1.081
13	909	43	1.063	73	1.284
14	792	44	1.024	74	1.247
15	885	45	830	75	1.178
16	690	46	903	76	1.282
17	835	47	934	77	1.111
18	850	48	902	78	1.236
19	857	49	906	79	1.268
20	946	50	991	80	1.277
21	675			81	1.539
				82	1.338
				83	1.570
				84	1.234

nes en el contenido de aceite fueron de baja magnitud; no obstante, Cuadro 6, hubo diferencias en el rendimiento de grano. En consecuencia, el rango que se observa en el rendimiento de aceite por hectárea, Cuadro 9, está principalmente asociado a diferencias en el rendimiento de semilla, y en forma secundaria a variaciones en el contenido de aceite.

Al analizar el rendimiento de aceite de los genotipos más precoces (GM I) se debe tener en consideración que su rango de rendimiento presentó una variación del 47,5% entre el menor y mayor valor, y que su contenido de aceite tuvo una diferencia del 23,8% entre los extremos del rango observado. El rendimiento de aceite de los 21 genotipos pertenecientes a este

grupo de madurez fluctuó entre 289 y 486 kg · ha⁻¹, con un promedio de 428 kg · ha⁻¹. La diferencia porcentual entre los extremos del rango, 68,2%, refleja que aunque no necesariamente el genotipo de más alto rendimiento presentó el mayor contenido de aceite, ni tampoco el de menor rendimiento el más bajo contenido de aceite, hubo algún nivel de asociación entre estas variables, el que será presentado y discutido en una publicación posterior.

En los cultivares de precocidad intermedia (GM II) el rango de rendimiento presentó una diferencia del 42,2% entre los extremos, y el contenido de aceite del 19,2%. La unión de estas dos variables, expresada como rendimiento de aceite, mostró un rango entre 374 y

613 kg · ha⁻¹, con un promedio de 477 kg · ha⁻¹. La diferencia porcentual entre los extremos del rango, 63,9%, también sugiere un grado de asociación entre estos caracteres que será discutido en una publicación posterior.

Los genotipos pertenecientes al GM III, los más tardíos analizados en esta investigación, presentaron rendimientos superiores a los de los GM I y II. Su diferencia extrema de rendimiento de semilla fue del 83,5%, y su fluctuación porcentual en el contenido de aceite fue del 25%. El rendimiento de aceite de este material presentó un rango entre 469 y 958 kg · ha⁻¹, con un promedio de 676 kg · ha⁻¹. Expresado en porcentaje, los extremos del rango se diferenciaron en el 104,3%. El nivel de asociación entre estos caracteres será discutido posteriormente.

Con las limitaciones propias de resultados derivados de un ciclo en una localidad, los datos presentados sugieren que si la soya fuera la única fuente de abastecimiento nacional de aceite comestible, al cultivar los mejores genotipos se requeriría una superficie algo superior a las 100.000 ha para satisfacer la demanda nacional. No obstante, si la demanda se cubre también con aceite derivado de raps canola y maravilla, la meta de superficie a cultivar con soya estaría más bien circunscrita a las necesidades de proteína para alimentación animal y humana.

Rendimiento de proteína

El rendimiento de proteína del material estudiado se presenta en el Cuadro 10, separado por GM. Las variaciones en el contenido de proteína de los genotipos fueron de menor magnitud que las determinadas para el contenido de aceite, y como consecuencia las diferencias que se observan en el rendimiento de proteína por hectárea son principalmente atribuibles a las diferencias del rendimiento de semilla, y secundariamente al contenido de proteína.

Los genotipos más precoces (GM I) difirieron en los extremos de su rango de rendimiento en un 47,5%, y en un 15,3% en su contenido de proteína. El rendimiento de proteína de este material fluctuó entre 675 y 946 kg · ha⁻¹, con un promedio de 831 kg · ha⁻¹. Esto significa una diferencia del 40,2% entre el mayor y menor valor.

Los genotipos intermedios tuvieron un ran-

go de rendimiento que se expresó en una diferencia del 42,2% entre los extremos, mientras que su contenido de proteína presentó una fluctuación máxima del 10,2%. El rendimiento de proteína se expresó con un rango entre 771 y 1.063 kg · ha⁻¹ y un promedio de 869 kg · ha⁻¹. La variación en el rango de rendimiento de proteína fue, en consecuencia, del 37,9%.

Finalmente, los genotipos de mayor período de desarrollo, y también de mayor rendimiento, presentaron una variación entre los extremos de rendimiento del 83,5%, mientras que su contenido de proteína varió en un 13,3%. En estos genotipos el rendimiento de proteína estuvo entre 1.081 y 1.845 kg · ha⁻¹, con un promedio de 1.400 kg · ha⁻¹, lo que significó una variación máxima del 70,7%.

La asociación entre rendimiento de semilla y contenido de proteína de estos genotipos fue aparentemente de diferente magnitud que la observada entre rendimiento de semilla y contenido de aceite, y también será presentada y analizada en una publicación posterior.

Queda de manifiesto, no obstante, la alta capacidad de la soya de producir proteína, y los datos presentados refuerzan el concepto de que el aceite de soya, con todas sus características de calidad nutritiva e importancia comercial, no es el principal producto derivado del cultivo de esta especie. Así, los genotipos precoces del GM I produjeron en promedio 428 kg · ha⁻¹ de aceite y 831 kg · ha⁻¹ de proteína, una diferencia del 94,2% en favor de la proteína. En el caso de los genotipos intermedios (GM II) la producción de aceite fue de 477 kg · ha⁻¹ y la de proteína de 869 kg · ha⁻¹, lo que significa una producción de proteína superior en un 82,2% a la de aceite. Esta diferencia fue aun mayor en los genotipos de más largo período de desarrollo, en los cuales la producción promedio de aceite fue de 676 kg · ha⁻¹ y la de proteína de 1.400 kg · ha⁻¹, una diferencia de 107,1% en favor de la proteína.

La industria productora nacional de aves y cerdos ha reconocido las bondades del afrecho de soya, y lo importa en el volumen necesario para satisfacer sus requerimientos. Al producir soya en forma local se substituiría la importación de afrecho, y se dispondría además de una excelente materia prima proteica para ser transformada en alimentos humanos de costos comparativamente bajos.

RESUMEN

Se analizó en la localidad de Pirque, RM, 33°40' lat S y 70°36' long O, 645 m sobre el nivel del mar, 65 genotipos de soya de origen estadounidense, de los cuales 21 pertenecían al grupo de madurez GM I, 20 al GM II y 24 al GM III. Se evaluaron las características agronómicas, altura de planta adulta, reacción a la tendadura, días de siembra a madurez, humedad del grano a la cosecha, rendimiento corregido a 8% de humedad, y las variables industriales contenido de aceite y contenido de proteína. Se calculó además el rendimiento de aceite y proteína.

Los resultados demostraron que en general

LITERATURA CITADA

- BENTLEY, O.G. 1975. Soybeans and people. In D.K. Whigham (Editor). Soybean production, protection and utilization. Proceedings of a Conference for Scientists of Africa, the Middle East, and South Asia. INTSOY, Series N° 6. INTSOY, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, EUA.
- DAUBEAT, B.F. 1950. Chemical composition of soybean oil. In K.S. Marley (Editor), Soybeans and Soybean Products, Interscience, New York, N.Y., EUA.
- EMKEN, E.A. 1979. Nutritional aspects of soybean oil utilization. Abstracts, World Soybean Research Conference II, North Carolina State University, Raleigh, NC, EUA.
- HOWELL, R.W. 1988. Physiology of the soybean, U.S. Regional Soybean Laboratory. Publication N° 338. Urbana, IL, EUA.
- KRISHNAMURTHY, R.G. 1979. Storage, use and stability of soybean oil and its products. Abstracts, World Soybean Research Conference, North Carolina State University, Raleigh, NC, EUA.
- National Academy of Sciences, 1969. United States-Canada tables of feed composition. Pub. 1684, 2nda. revisión. NAS, Washington, DC, EUA.
- NEBRED, I.M., P.C. PARODI y L. CAMPOS. 1982. Comportamiento de 25 cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en la zona central de Chile. Cien. Inv. Agr. 9: 75-87.
- NEBRED, I.M., P.C. PARODI y L. GUROVICH. 1983. Respuesta del cultivar de soya, *Glycine max* (L.) Merrill, Amsoy 71, a la tensión hídrica. Cien. Inv. Agr. 10: 89-95.
- PARKMAN, G.K. 1975. Soybean research-More food for more people. In D.K. Whigham (Editor). Soybean production, protection and utilization. Proceedings of a Conference for Scientist of Africa, the Middle East and South Asia. INTSOY. Series N° 6. INTSOY, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, EUA.
- PARODI, P.C. e I.M. NEBRED. 1982. Respuesta de tres cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) a tres variables de manejo. Cien. Inv. Agr. 9: 3-14.
- PARODI, P.C. e I.M. NEBRED. 1984. Soybeans in Chile. Abstracts: 237. World Soybean Research Conference III, Iowa State University, Ames, IA, EUA.
- PARODI, P.C., I.M. NEBRED, D. ÁLVAREZ y J.L. UNDURRAGA. 1981. Effects of *Rhizobium japonicum* and chemical nitrogen on two soybean cultivars. Agronomy Abstracts. American Society of Agronomy, Madison, WI, EUA.
- PROBST, A.H. y R.W. JUDD. 1973. Origin, US history and development, and world distribution. In B.E. Caldwell (Editor). Soybeans: Improvement production and uses. American Society of Agronomy Inc., Madison, WI, EUA.
- ZÚNIGA, D.O., I.M. NEBRED y P.C. PARODI. 1981. Respuesta de siete cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) a la fecha de siembra. Cien. Inv. Agr. 8: 53-63.