

ORIGEN Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LA SOYA

GLYCINE MAX (L.) MERR

Luis H. Camacho M.

2877

La soya es originaria de la parte oriental del Continente Asiático. Su nombre botánico ha sido conocido como Glycine hispida (Moench) Maximin, Soja max (L.) Piper y Glycine max (L.) Merrill. El nombre botánico que se usa en la literatura actual es el de Glycine max (L.) Merrill.

El género Glycine comprende tres sub-géneros: Leptocyanus, Glycine y Soja. El sub-género Leptocyanus comprende seis especies que tienen 20 pares o 40 pares de cromosomas y que están distribuidos en Australia, sur de Asia y varias islas del oriente de Asia. El sub-género Glycine tiene dos especies distribuidas en el oriente de Africa y que pueden tener 10, 11, 20 ó 22 pares de cromosomas. El sub-género Soja tiene las especies Glycine max (L.) Merr. con 20 pares de cromosomas y la especie Glycine usuriensis Regel y Maak también con 20 pares de cromosomas. Estas especies son nativas del norte de China, Manchuria e islas vecinas.

La especie Glycine max parece haber evolucionado a partir de la especie Glycine usuriensis a través de mutaciones de características cualitativas y cuantitativas pero sin alteración del número de cromosomas.

Las dos especies pueden cruzarse fácilmente sin que las progenies resultantes muestren anomalías en fertilidad o comportamiento cromosómico. La especie G. usuriensis es de crecimiento postrado, hojas angostas, vainas

pequeñas y semillas oblongas de color oscuro casi negro.

La soya se menciona en la literatura antigua como uno de los cultivos de alto valor alimenticio ampliamente difundido en la China. En este país se le consideraba como uno de los cinco granos sagrados con el trigo, el arroz, la cebada y el millo. El emperador Shen-Nung describió la planta de soya en 2838 A.C. Recomendaciones sobre métodos de siembra, cosecha, almacenamiento y utilización de la soya fueron hechas por expertos agrícolas del año 2.207 A.C.

Ciertas propiedades medicinales de la soya también fueron conocidas por los chinos en los primeros siglos de la era cristiana. Tanto el valor nutritivo como medicinal que se le atribuyó a la soya en épocas antiguas ha sido comprobado por los científicos modernos de nuestro siglo.

El uso de la soya como fuente de aceite no es mencionado en las civilizaciones antiguas de China y por lo tanto la producción de aceite de soya puede considerarse como un proceso relativamente reciente. Después de la guerra de China con Japón (1894-1895), el Japón comenzó a importar soya de Manchuria para producir aceite.

A principios del siglo XX, los países europeos comenzaron a importar grano de soya y por esta época la soya se convirtió en uno de los productos de exportación más importantes de Manchuria. Varios países europeos se interesaron por estudiar las posibilidades del cultivo de soya hacia mediados del siglo XVIII pero solamente después de 1908 se tuvo en cuenta la importancia de esta leguminosa. Hoy en día la producción de soya en Europa está en Rumania, Rusia y Yugoslavia.

En los Estados Unidos, la soya se mencionó por primera vez en 1804. En 1829 se cultivó en el jardín botánico de Cambridge en Massachusetts. A partir de 1898 se hicieron numerosas introducciones de diferentes variedades adaptadas a diferentes condiciones de clima y el cultivo comenzó a extenderse gradualmente. En 1919 se cultivaba la soya en los Estados de Carolina del Norte, Virginia, Mississippi, Kentucky y Alabama pero la producción se destinaba principalmente para el forraje. Después de 1930 gradualmente se incrementó el hectareaje con destino a la producción de grano, pan, tortas y aceites. En 1966, por ejemplo, el 98% de la producción de soya se utilizó en la industria.

En Colombia se hicieron las primeras siembras experimentales de soya en la Estación Agrícola Experimental de Palmira en el año de 1928. Investigaciones posteriores en esta Estación formaron las bases para el desarrollo de la producción comercial en el Valle del Cauca. A pesar de los resultados satisfactorios de la investigación, la soya no logró establecerse como cultivo comercial sino a mediados de la década del 50 cuando comenzó a funcionar la fábrica Grasas S.A. de Buga.

#### Distribución Geográfica

La soya se produce hoy en todos los continentes y en algunas islas como Japón, Formosa, e Indias Orientales. En el cuadro No. 1 se muestra la producción y el rendimiento por hectárea en los 10 principales países productores de soya.

CUADRO No. 1. Producción total de soya y rendimiento por hectárea de los principales productores en 1969.

PAIS	Producción en miles de toneladas.	Rendimiento en toneladas por Hectárea.
Estados Unidos	31.200	1.9
China Continental	6.800	0.9
Brasil	970	1.1
Rusia	590	0.7
Indonesia	450	0.7
México	260	1.7
Korea del Sur	230	-
Canadá	210	1.6
Japón	140	1.4
Colombia	77	1.9

Fuente: World Agricultural Production and Trade U.S.D.A. Marzo 1970

Además de los 10 países mencionados en el cuadro No. 1, los siguientes países tienen estadísticas de producción dignas de mencionar.

América del Sur: Argentina y Paraguay

Europa: Rumania y Yugoslavia

Africa: Nigeria, Rodesia, Tanzania y Africa del Sur

Asia: Irán, Turquía, Formosa, Cambodia, Filipinas y Tailandia.

### Importancia Económica en Colombia

La soya es uno de los productos agrícolas que ha experimentado mayor auge en los últimos años tanto en producción como en productividad. El área cultivada en 1960 era de aproximadamente 10.000 hectáreas con un rendimiento promedio de 1.5 toneladas por hectárea. En los últimos 3 años, el área cultivada ha fluctuado alrededor de 70.000 hectáreas y los rendimientos han estado entre 1.9 y 2.0 toneladas por hectárea. Las cifras de rendimiento colocan a Colombia a la cabeza de los países de mayor rendimiento unitario aunque su producción total sólo da el décimo lugar.

La producción de soya se destina a la extracción de aceites y a la obtención de tortas para la fabricación de alimentos concentrados para animales. La demanda interna de estos productos, los precios remunerativos y la disponibilidad de semillas mejoradas y de asistencia técnica han sido factores importantes en el incremento del cultivo en Colombia.

### Valor Nutritivo

Dentro de la producción mundial de aceites comestibles vegetales, la soya ocupa el primer lugar seguido por el girasol, el maní y el algodón. En el cuadro No. 2 se muestra la producción de aceites vegetales comestibles en 1969 y 1970.

La soya contiene un promedio de 18% de aceite y 36% de proteína con base en 12% de humedad. Alrededor del 80% de los ácidos grasos son no saturados (oleico 20%, linoleico 52%, linolenico 8%). Se considera que el nivel de ácido graso linolenico es un poco alto y que su contenido contribuye a alterar la calidad del aceite de soya.

CUADRO No. 2. Producción mundial de aceites vegetales comestibles en 1969 y 1970.

FUENTE	Producción en miles de toneladas	
	1969	1970
Soya	5.995	6.090
Girasol	3.750	3.820
Maní	3.000	3.115
Semilla de algodón	2.590	2.410
Colza	1.575	1.895
Olivo	1.385	1.255
Ajonjolí	565	575
Maíz	255	265
Cártamo	175	220

Fuente: World Agricultural Production and Trade. U.S.D.A. Enero 1971.

La proteína de la soya es de excelente calidad aunque tiene una ligera deficiencia en metionina. Con un rendimiento promedio de 2 toneladas por hectárea y un contenido de 36% de proteína, una hectárea de soya produce 720 kilogramos de proteína por hectárea. Como el requerimiento diario de proteína es de 70 gramos para una persona adulta, los datos anteriores indican que una hectárea de soya podría suministrar proteína para 28 personas durante un año.

El costo de la proteína de soya es menor que el que se cotiza para la proteína de otras fuentes vegetales o animales. En el cuadro No. 3 se

muestran cifras con base en precios de 1971.

Recientemente se ha patentado en Estados Unidos un procedimiento para producir fibras de proteína de soya que son utilizadas en la fabricación de varios productos para alimentación humana. Estas fibras proporcionan textura, apariencia y sabor agradables que imitan distintos tipos de carne de consumo diario.

En Colombia la proteína de soya se usa exclusivamente para la preparación de concentrados. Aunque existe gran diversidad de productos que se preparan a base de soya, su uso en la alimentación humana es prácticamente desconocido entre nosotros.

CUADRO No. 3. Costo de la proteína proveniente de diferentes fuentes.

FUENTE	Valor de 1 Kg. (pesos)	% de proteína	Valor de 1 Kg. de proteína (pesos)
Carne de res	18.00	15	120.00
Carne de cerdo	24.00	12	200.00
Carne de pollo	22.00	20	110.00
Fríjoles	12.00	24	50.00
Soya	3.00	36	8.30

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) ha incorporado la harina de soya en la preparación de varios alimentos.

### Morfología

La soya es una planta erecta y ramificada que varía en altura y precocidad según la variedad. Casi todas las variedades muestran pubescencia en los tallos, hojas y vainas. Las hojas son trifoliadas y presentan formas ovaladas o lanceoladas, angostas o anchas, según la variedad. Las flores nacen en racimos axilares, y son de color blanco o púrpura. Las semillas son de varios tamaños y de color amarillo, café, negro o verde.

### Color de la Flor

La mayoría de las variedades tienen flores de color blanco o púrpura. Existen pequeñas variaciones en la intensidad del color púrpura y algunas variedades presentan flores bicoloradas en las cuales la base del estandarte es púrpura y el resto de la corola blanco.

### Características de la Pubescencia

La pubescencia es de color café o gris según que los pelos tenga uno de estos pigmentos. El pigmento de color café no se observa en el estado de plántula sino una vez que la planta tenga varias hojas trifoliadas. Algunas variedades tienen pubescencia de color café claro.

Además del color, existen otras variaciones en cantidad, orientación y forma de los pelos. Algunas variedades son glabras, es decir, carecen por completo de pubescencia. Estas variedades son generalmente poco resistentes al ataque de insectos. Ciertas variedades presentan pelos erectos en las venas de las hojas, reclinados en la superficie de la hoja

y semierectos en el resto de la planta. La variedad CNS de los Estados Unidos presenta esta característica. La pubescencia puede ser también en-sortijada y decidua al tiempo de la madurez. Variedades con este tipo de pubescencia pueden ser fuertemente atacadas por insectos.

#### Características de las Vainas

El color de la pubescencia determina la apariencia general de las vainas pero el tejido de la pared de la vaina tiene su propio color el cual puede ser negro, café o amarillo. Combinaciones de estos colores con diferente color de la pubescencia produce varias tonalidades de color en la apariencia general de las vainas. Las variedades comerciales que se cultivan en Colombia tienen vainas cafés o amarillas.

Algunas variedades, especialmente las silvestres y las no mejoradas tienen vainas dehiscentes. La habilidad para resistir al desgrane natural o dehiscencia es una característica muy importante en las variedades mejoradas. Todas las variedades mejoradas han sido seleccionadas por resistencia a la dehiscencia aunque se pueden presentar variaciones en el grado de resistencia especialmente cuando las plantas permanecen largo tiempo en el campo después de su madurez completa.

Las vainas contienen de una a cuatro semillas en la misma planta pero cada variedad muestra predominancia por un determinado número de semillas por vaina. Variedades con una semilla o con cuatro semillas por vainas son raras. Las variedades que se cultivan actualmente en Colombia tienen un alto porcentaje de vainas con tres semillas.

### Características de las Semillas

El color de las semillas es amarillo, verde, negro o café. El color del hilum es negro o café con diferentes tonalidades de estos colores. Las variedades Mandarin tipo 2 y Mandarin S-4-ICA tienen hilum de color negro; Pelican SM-ICA tiene hilum de color café y las variedades ICA Lilí e ICA Taroa tienen hilum de color café claro.

En algunas variedades se observa moteado de la semilla pero esta característica no es persistente sino que aparece según la influencia de las condiciones ambientales. Hay variedades que nunca muestran este moteado; otras como Mandarin y Pelican SM-ICA lo muestran ocasionalmente.

El color de los cotiledones es verde antes de la madurez de la semilla pero se tornan amarillos cuando las plantas maduran. En algunas variedades los cotiledones son permanentemente de color verde.

El tamaño de la semilla varía desde 2 gramos para 100 en las variedades silvestres hasta 40 gramos para 100 semillas en algunas variedades cultivadas.

Las variedades comerciales tienen un índice de semillas que varía entre 12 y 20 gramos por 100 semillas dependiendo de la humedad, temperatura y fertilidad del suelo durante el crecimiento de las plantas. Las variedades ICA Lilí e ICA Taroa tienen pesos entre 18 y 20 gramos por 100 semillas.

### Hábito de crecimiento

Existen dos tipos generales de crecimiento: el crecimiento determinado y el crecimiento indeterminado. En el crecimiento determinado el tallo termina en un racimo floral que más tarde da origen a un racimo de vainas. En el tipo indeterminado el tallo termina en un crecimiento vegetativo. Otra característica que se considera para diferenciar los dos tipos de crecimiento es el tiempo que las plantas duran produciendo flores y vainas. Con este criterio, se considera determinadas las que producen todas las flores en un tiempo relativamente corto pudiéndose observar solamente flores o solamente vainas en la planta; las que se consideran indeterminadas producen vainas y flores simultáneamente pudiéndose observar flores en la parte superior de la planta y vainas en estado avanzado de desarrollo en la parte inferior. Las variedades Pelican SM-ICA, Lili e ICA Taroa tienen este tipo de crecimiento. Hill y Davis tienen el crecimiento típico determinado. Las variedades de crecimiento determinado son generalmente de menor altura que las indeterminadas.

Otra característica del tallo es su crecimiento erecto o postrado. Esta característica depende tanto de la variedad como del tipo de suelo en que se cultivan las plantas. Las variedades comerciales son generalmente resistentes al volcamiento pero pueden aparecer postradas si cultivan densamente o si se localizan en suelos fértiles pesados y húmedos. Las variedades silvestres son de crecimiento postrado o voluble y pueden trepar como el frijol si se provee de un soporte.

### Forma, Color y Absición de las Hojas

Las hojas primarias son simples; las superiores son trifoliadas aunque hay algunas variedades de origen japonés que pueden presentar hojas con cinco folíolos. La forma de la hoja es ovoide lanceolada y angosta lanceolada; la primera es comúnmente llamada forma normal y es característica de la mayoría de las variedades comerciales. Las variedades de hoja angosta han despertado gran interés entre los investigadores para estudios fisiológicos sobre absorción y penetración de luz y la influencia de estos fenómenos en el rendimiento de la planta. El color de la hoja es verde pálido o verde oscuro. Algunas variedades no defolían fácilmente conservando el follaje verde aún después de que el tallo y las vainas han secado normalmente. Esta característica se considera anormal y es influenciada por las condiciones del ambiente. La mayoría de las variedades defolían cuando las vainas comienzan a madurar.

### Germinación de la Semilla

La soya germina a mayor o menor velocidad según la temperatura y la humedad del suelo. En las condiciones de temperatura del Valle del Cauca la soya emerge del suelo entre cuatro y seis días después de la siembra.

Durante el proceso de germinación, la semilla se hincha y produce la radícula que crece hacia abajo; el epicotilo se alarga y se dobla produciendo el llamado "cuello" o "bastón" mientras los cotiledones están aún en el suelo. El "bastón" es la primera parte de la planta que se hace visible en la superficie del suelo. Con el crecimiento del epicotilo, los cotiledones son arrancados del suelo y la plántula adquiere una posición erecta. En

este estado, las hojas primarias se están desarrollando y empiezan a emerger de entre los dos cotiledones. Los cotiledones se abren luego, se tornan suculentos y de color verde y funcionan como hojas hasta que la plántula expande normalmente sus hojas primarias.

#### Efecto del Fotoperíodo en el Crecimiento de la Soya

La soya es muy sensible al fotoperíodo y esta sensibilidad determina el área de adaptación y el período de maduración en las regiones templadas. Cada variedad requiere una longitud de día específica para florecer y por tal razón en los Estados Unidos las variedades se han clasificado en grupos de acuerdo a su precocidad; estos grupos se denominan: 00, 0, I, II, III, IV, V, VI, VII, y VIII siendo el grupo 00 el más temprano y el VIII el más tardío. Variedades de los grupos de maduración precoz son aptas para las regiones del norte de los Estados Unidos y las de los grupos tardíos son apropiadas para las regiones del sur.

La soya es considerada como planta de día corto; la mayor parte de las variedades florecen cuando el fotoperíodo es menor de 16 horas. En el trópico, en donde el fotoperíodo es de aproximadamente 12 horas durante todo el año, todas las variedades florecen y lo hacen a una edad relativamente temprana.

Una variedad del grupo VIII como Hardee toma alrededor de 63 días de siembra a floración en Stoneville (E.U.) a una latitud 33°. La misma variedad florece a los 43 días en Mayaguez (Puerto Rico) con una latitud de 29° y solamente gasta 28 días para florecer en Palmira (Colombia) a una latitud de 3°. En el primer caso la planta ha desarrollado un creci-

miento vegetativo adecuado antes de iniciar su crecimiento reproductivo. En el caso de Palmira las plantas están aún jóvenes y con poco desarrollo vegetativo al tiempo de iniciarse la reproducción. Por esta razón las variedades de soya adaptadas a las zonas tropicales deben tener una iniciación tardía de la floración para que produzcan rendimientos satisfactorios.

B I B L I O G R A F I A

- HERMAN, F.J. 1962. A revision of the genus *Glycine* and its immediate allies, U.S.D.A. Tech. Bull. 1268.
- PALMER, R.G. and H.H. HADLEY. 1968. Interspecific hybridization in *Glycine*, subgenus *Leptocyamus*. *Coop Science* 8:557-562.
- MARKLEY, K.S. 1950. *Soybeans and Soybean Products*. Vol. 1. Interscience Publishers, N.Y. 540 p.
- CAMACHO, L.H. 1969. El cultivo de la soya en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín mimeografiado. 23 p.
- \_\_\_\_\_ . 1968. Resultados de la Investigación sobre el Cultivo de la Soya en Colombia. I Adaptación de Variedades. *Revista ICA*. 3:369-377.
- AUBURN UNIVERSITY. Agricultural Exp. Sta. 1971. Soybean Production Recent Research Findings. Boletín 413. 75 p.
- U.S.D.A. 1970. World Agricultural Production and Trade. Statistical Report. Marzo 1970. 37 p.
- U.S.D.A. 1971. World Agricultural Production and Trade. Statistical Report. Enero 1971. 21 p.

sam.

INSTITUTO AGROPECUARIO DE COLOMBIA