

Luis H. Camacho *

1. ORIGEN DE LA SOYA

La soya es originaria de la parte oriental de Asia, y los antiguos habitantes de China la consideraban como uno de los cinco granos sagrados junto con el arroz, el trigo, la cebada y el mijo. Una de las primeras descripciones de la planta de soya fué publicada en un libro escrito por el emperador Chino Shen Nung en el año de 2838 A.C.

Es probable que la soya haya tenido su origen en las regiones del centro y norte de China. De allí la soya pasó a Korea y luego a Japón aproximadamente en el siglo III antes de la era Cristiana. A principios del siglo XVIII se tuvo noticia en Europa de que este cultivo existía en los países del lejano oriente desde muchos siglos atrás.

Las primeras plantas de soya que se cultivaron en Europa fueron sembradas en el Jardín de Plantas de París en el año 1740 y en los Jardines Reales de Kew, en Inglaterra, en el año 1790. Sin embargo, el cultivo nunca llegó a tener importancia comercial debido probablemente a las condiciones climáticas de estos países.

La soya se mencionó por primera vez en los Estados Unidos en 1804 pero solamente se sembró en 1829 en el Jardín Botánico de Cambridge en Massachusetts. A partir de la primera década del siglo XX hubo gran interés en Estados Unidos por el aceite y la torta de soya y fué durante ésta época que se inició la producción comercial de soya en este país.

2. USO ANTIGUO DE LA SOYA

Durante muchos siglos la soya producida en los países orientales ha sido usada para alimentación humana. Alimentos frescos, fermentados y

* Fitomejorador, Programa Internacional de soya, INTSOY., Departamento de Agronomía, Universidad de Illinois, Urbana, Illinois 61801 U.S.A. Dirección Actual: INTSOY/PERU, Avenida Salaverry 674, Oficina 802, Lima, Perú.

secos como embriones germinados, cuajada, pasta, leche y salsas han sido tradicionales en los pueblos orientales. La soya también ha sido usada en el oriente para extraer aceite; la torta remanente ha sido usada para alimentación humana y animal y también como fertilizante. En épocas antiguas la soya se usó en China para la preparación de medicamentos. En los Estados Unidos se usó inicialmente como cultivo para forraje pero a partir de 1915 se ha estado usando como fuente importante de aceite comestible vegetal.

3. TAXONOMIA DE LA SOYA

La soya pertenece a la familia leguminosa, sub-familia Papilionada, género Glycine, y especie Glycine max (L) Merrill. Aunque en la literatura antigua, soya se conoce con varios nombres botánicos como Glycine soja y Soja max, el nombre aceptado hoy día es Glycine max (L.) Merrill.

En la literatura moderna el nombre botánico Glycine soja se da a un tipo de soya silvestre que se encuentra en China, Rusia, Korea y Japón, la cual se considera como uno de los antiguos progenitores de la soya que hoy conocemos. Algunos autores le dan a esta especie el nombre botánico de Glycine ussuriensis por lo cual parece haber confusión. Esta especie se puede hibridizar con la especie de soya cultivada, teniendo ambas especies un número diploide de cromosomas igual a 40.

4. MORFOLOGIA DE LA SOYA

La planta de soya varía en crecimiento según el ambiente que la rodea. El ambiente puede retardar o acelerar su desarrollo y productividad. Así, en las regiones del trópico la soya crece menos que en las regiones no tropicales; esto se debe a que en los trópicos los días son cortos y bajo estas condiciones algunas variedades de soya no desarrollan un buen crecimiento vegetativo. De ahí la necesidad de hacer experimentación para desarrollar variedades que se adapten a los trópicos. Las dos primeras hojas de la planta de soya son opuestas y simples: las que se forman posteriormente son trifoliadas y alternas. Las flores

nacen en racimos axilares o terminales y las vainas contienen de una a cuatro semillas. Distinguimos en la planta dos estados de crecimiento; el estado vegetativo y el estado reproductivo. La relación entre estos dos estados varía según la localidad, la fecha de siembra, la variedad y las condiciones de humedad y temperatura. Por esta razón es necesario distinguir también varios estados de desarrollo dentro del crecimiento vegetativo y dentro del crecimiento reproductivo.

4.1 DETERMINACION DE LOS ESTADOS DE CRECIMIENTO VEGETATIVO

Para determinar los estados vegetativos y reproductivos se requiere identificar los nudos. Estos son los sitios en donde nacen las hojas, puesto que las hojas se pueden caer y los nudos son visibles durante la vida de la planta, estos últimos son los más apropiados para determinar el estado de crecimiento. Los nudos cotiledonares son los dos primeros nudos de la planta; los nudos de las hojas unifoliadas se identifican como Nudo 1 de la planta; el nudo de la primera hoja trifoliar se identifica como Nudo 2, el nudo de la segunda hoja trifoliar se identifica como Nudo 3 y así se identifican sucesivamente los diferentes nudos a medida que la planta crece. Para identificar los estados de crecimiento también es necesario identificar cuando una hoja trifoliada está completamente desenvuelta; para determinar si una hoja de un nudo está completamente desenvuelta se examina el nudo inmediatamente superior; si los folíolos del nudo inmediatamente superior tienen sus márgenes en contacto se considera que la hoja del nudo especificado (nudo inmediatamente inferior) está completamente desenvuelta.

Los estados de crecimiento vegetativo se inician a partir de la aparición de las plántulas. Se distinguen los siguientes estados vegetativos:

- VE - Estado vegetativo a la emergencia, cuando los cotiledones están sobre la superficie del suelo.
- VC - Estado vegetativo cotiledonar, cuando los bordes de las hojas cotiledonares no se tocan.

- V1 - Estado vegetativo en el nudo, nudo 1; cuando las hojas unifoliadas están completamente desenvueltas. Los márgenes de los folíolos del nudo inmediatamente superior no se tocan.
- V2 - Estado vegetativo en el nudo 2, cuando la hoja trifoliada encima de la hoja unifoliar está completamente desenvuelta. Los márgenes de la hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.
- V3 - Estado vegetativo en el nudo 3, cuando la hoja trifoliada del nudo 3 está completamente desenvuelta; los márgenes de la hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.
- Vn - Estado vegetativo en el nudo n; cuando la hoja trifoliada del nudo n está completamente desenvuelta; los márgenes de la hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.

4.2 DETERMINACION DE LOS ESTADOS DE CRECIMIENTO REPRODUCTIVO.

- R1 - Iniciación de floración; Una flor abierta en cualquier nudo del tallo central.
- R2 - Floración completa; Flor abierta en uno de los dos nudos superiores con hoja completamente desenvuelta.
- R3 - Iniciación de formación de vainas - Vaina de 5 milímetros de largo en uno de los cuatro nudos superiores del tallo central con hojas completamente desenvueltas.
- R4 - Formación completa de vainas - Vaina de 2 centímetros de largo en uno de los cuatro nudos superiores con hojas desenvueltas.
- R5 - Iniciación de formación de granos. Semillas de 3 milímetros en vainas de los cuatro nudos superiores con hojas desenvueltas.
- R6 - Semilla completamente formada - Las vainas contienen semillas que llenan la cavidad de la vaina en uno de los cuatro nudos superiores.
- R7 - Iniciación de maduración - Una vaina del tallo principal ha alcanzado su maduración normal.

4.3 SEMILLA

La semilla de soya varía de forma, color y tamaño según el tipo o variedad de planta a la cual pertenezca. La forma varía desde la esférica hasta la aplanada y elongada. El color de la semilla puede ser amarillo, verde, marrón o negro. La semilla consta de cutícula y embrión. El embrión está formado por los dos cotiledones, la plúmula que tiene las dos hojas primarias, el hipocotilo y la radícula.

4.4 TALLO

Durante la germinación y brote de la semilla la radícula crece rápidamente hacia abajo mientras que el hipocótilo crece hacia arriba levantando los dos cotiledones. Simultáneamente crece la plúmula formando los tejidos del tallo y de las hojas. Las hojas primarias se forman en el segundo nudo y son unifoliadas o simples; a partir del tercer nudo las hojas son trifoliadas. La altura de la planta depende del número de nudos que se formen y éste a su vez depende del fotoperíodo o sea de la duración del día. En los climas tropicales el número de nudos es generalmente menor que en los climas no tropicales y por tal motivo las variedades de soya son de baja estatura en las regiones tropicales.

Hay también variedades de soya de crecimiento determinado o de crecimiento indeterminado. En las variedades determinadas el tallo deja de crecer cuando se produce la floración o sea que no hay formación de nudos del tallo principal una vez que la planta florece. En las variedades indeterminadas el tallo continúa creciendo después de iniciarse la floración y las flores van apareciendo a medida que se forman nuevos nudos en el tallo. Aún no se ha podido establecer cual de los dos tipos de variedades es el más apropiado para las condiciones del trópico pero podría pensarse que las variedades indeterminadas tienen más chance de producir en ambiente desfavorable; por ejemplo una variedad indeterminada podría recuperarse más fácilmente que una determinada después de un período de sequía durante la iniciación de la floración.

4.5 HOJAS, RAMAS Y FLORES

A partir del tercer nudo las hojas son trifoliadas, aunque en ocasiones pueden aparecer hojas con más de tres folíolos. Los folíolos pueden variar de forma desde la ovalada a la lanceolada, pero la mayoría de las variedades comerciales tienen hojas ovaladas. Las hojas angostas o lanceoladas pueden tener la ventaja de permitir una mayor penetración de la luz solar, pero aún no se ha demostrado que esta característica se traduzca en mayor rendimiento.

Los nudos contienen yemas axilares; las yemas axilares de los nudos inferiores se transforman en flores o en ramas, pero las de los nudos superiores casi siempre se transforman en flores. Cuando la fertilidad del suelo es buena y cuando hay suficiente distancia entre planta las yemas axilares inferiores pueden desarrollar abundante ramificación.

Las flores pueden nacer en racimos compactos o elongados en las axilas foliares. Generalmente las variedades indeterminadas tienen racimos florales compactos mientras que las determinadas tienen racimos florales relativamente elongados.

Las flores son de color blanco o púrpura o blanco con cuello púrpura según la variedad. Una alta proporción de las flores que produce una planta se caen antes o después de ser fecundadas. Se calcula que entre un 20 a 80% de las flores de una planta se caen.

La flor de la planta de soya es similar a la flor de otras especies de leguminosas de la sub-familia Papilionada. La flor tiene un cáliz tubular y una corola de cinco pétalos. El pétalo más grande se halla en la parte posterior y se llama "estandarte". Dos pétalos están localizados lateralmente y se llaman alas, y dos están en la parte delantera de la flor y forman la estructura llamada quilla. La flor tiene 10 estambres y un pistilo.

4.6 RAICES

La radícula del embrión crece hacia el interior del suelo al tiempo de la germinación. Esta radícula forma la raíz principal de la planta

adulta. Durante el crecimiento de la radícula se inicia también el desarrollo de raíces secundarias. El desarrollo del sistema radicular depende de la fertilidad y textura del suelo, de los métodos de cultivo usados y de las condiciones de humedad del suelo. Los pelillos radiculares inician su aparición unos cuatro días después de la germinación hacia el extremo de la raíz principal y luego aparecen en las raíces laterales a medida que el sistema radicular se extiende.

4.7 NODULOS

Los nódulos empiezan a formarse en los pelillos radiculares aproximadamente dos semanas después de iniciarse la germinación. Estos nódulos se forman solamente cuando la bacteria Rhizobium japonicum está presente en el suelo. Los nódulos absorben nitrógeno del aire y lo suministran a la planta. Un nódulo es activo cuando su interior es de color rosado, y es inactivo cuando su interior es blanco o verde. El número y tamaño de los nódulos depende de varios factores como contenido de nitrógeno, acidez, compactación del suelo, método de inoculación, variedad de soya etc.

5. CARACTERISTICAS PARA DIFERENCIAR VARIEDADES

5.1 FLORACION Y MADURACION

Las variedades de soya se clasifican en grupos de maduración llamados 00, 0, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX y X. Las variedades de grupos inferiores de maduración se adaptan mejor en regiones alejadas de los trópicos mientras que las variedades de los grupos de maduración superior se adaptan mejor en las regiones próximas a los trópicos. Las variedades de los grupos inferiores son muy precoces y producen poco desarrollo en las condiciones tropicales del Perú. Las variedades de los grupos altos producen mejor desarrollo y pueden llegar a producir buenos rendimientos en los climas tropicales.

Una variedad precoz puede iniciar su floración entre los 25 y 30 días después de la siembra mientras que una variedad intermedia o tardía puede

florecer entre los 35 y 55 días. Las variedades precoces maduran entre 75 y 90 días y no alcanzan a desarrollar un buen crecimiento vegetativo; por tal motivo producen bajos rendimientos. Las variedades intermedias o tardías maduran de 100 a 130 días después de la siembra, desarrollan buen crecimiento vegetativo y por tanto pueden llegar a producir buen rendimiento de grano.

5.2 PUBESCENCIA

Una característica muy práctica para distinguir variedades es el color de la pubescencia la cual es marrón o gris. Durante los primeros estados de crecimiento la diferencia en el color de la pubescencia no se manifiesta pero después de unas semanas aparece el pigmento en los pelillos que producen la pubescencia marrón; este color subsiste hasta que la planta seca dándole un color característico a las variedades.

Algunas variedades no tienen pubescencia, otras tienen pubescencia en crespada y otras tienen los pelillos recostados en vez de erectos. En algunas variedades la pubescencia es abundante; en otras ésta es escasa.

5.3 VAINAS

La vaina pierde su color verde al tiempo de la maduración y se torna negra, marrón o leonada. El color de la vaina puede distinguirse aunque la pubescencia sea gris o marrón.

5.4 SEMILLAS

La semilla varía en color, forma y tamaño según la variedad. En algunas variedades la cutícula retiene clorofila durante la maduración produciéndose un color verde de la semilla. Otras variedades, contienen pigmentos en la cutícula que le dan color negro o marrón a la semilla. El color amarillo es el más común en variedades comerciales. El hilum puede ser de color negro, marrón o gris. Ya se ha mencionado que la forma varía de esférica a ovoide. El tamaño de la semilla de soya se mide según el peso de 100 semillas. La mayoría de las variedades comerciales tienen un peso de semilla que varía entre 12 y 18 gramos por 100

semillas. La semilla pequeña requiere menos humedad para germinar y se daña menos que la semilla grande al tiempo del desgrane.

5.5. COMPOSICION QUIMICA

Las semillas de soya contienen proteina y aceite. El contenido de estos compuestos varia según la variedad y el ambiente pero en general las variedades que son altas en proteina tienen bajo contenido de aceite y las que tienen baja proteina son altas en contenido de aceite. En general, las variedades comerciales varían de 35 a 40% de proteina y de 20 a 22% de aceite.

6. BIBLIOGRAFIA

1. FEHR, W.R.; CAVIEDES, C.E. Stages of soybean development. Special Report 80. Agriculture and Home Economics Experiment station. Iowa State University of Science and Technology. Ames, Iowa. 1977.
2. HICKS, D.R. Soybean Physiology, Agronomy and Utilization. Academic press, New York San Francisco, London. 1978.
3. HINSON K.; HARTWIG, E.E. La producción de soya en los trópicos. FAO, Roma. 1978.
4. WHIGHAM, D.K.; MINOR. H.C. Soybean Physiology, Agronomy, and utilization, Academic Press, New York, San Francisco, London. 1978.

