



Capítulo I

Características generales del cultivo de soya

Origen

El origen de la soya se centra en el extremo oriente del continente asiático, y las primeras referencias de esta especie se remontan a la época del emperador Shennong (2838 a.C.), quien menciona la leguminosa en su libro de medicina y explica las grandes bondades conocidas para la época; incluso, se consideró como uno de los cinco granos sagrados, junto con el trigo, la cebada, el arroz y el mijo (Bastidas Ramos, 1983). Hacia 1930, la soya fue utilizada en América principalmente con fines forrajeros, pues tan solo el 25 % se dedicaba a la producción de semilla en EE. UU. En Colombia, en 1929 se introdujo en el Valle del Cauca, y se iniciaron cultivos comerciales hacia 1955 (Bastidas Ramos, 1983).

Taxonomía

La taxonomía de la soya indica que es *Glycine max* (L.) Merrill y que pertenece a la familia de las leguminosas (Valladares, 2010); asimismo, el género *Glycine*

se subdivide en los subgéneros *Glycine*, *Bracteata* y *soya*. El subgénero *soya* incluye la especie *Glycine soya*, sinónimo de *Glycine ussuriensis* y *Glycine max*, correspondiente a la soya cultivada (Bastidas Ramos, 1983). Los académicos, con el pasar del tiempo, han expresado un gran interés por la hibridación interespecífica en soya, lo cual amplía más su potencial, dada la gran diversidad de tipos de plantas y características morfológicas y la resistencia a enfermedades de la especie *Glycine max*.

Morfología

En cuanto a la morfología, la planta de soya es una herbácea cultivada por semilla, con crecimiento determinado, semideterminado e indeterminado, de porte erguido, y alcanza una altura de entre 20 y 150 cm, según la variedad y las condiciones del cultivo; las vainas alcanzan entre 4 y 6 cm de longitud, y cada una puede contener de 2 a 4 semillas, aunque el medio ambiente afecta en gran medida el desarrollo y expresión de las plantas, acelerando o atrasando su crecimiento y productividad, por la interacción genotipo y las condiciones del ambiente (Bastidas Ramos, 1983).

El tallo es rígido y de crecimiento vertical; el sistema radicular consiste en raíz pivotante, de donde emergen raíces secundarias y terciarias, y también puede poseer raíces adventicias y pelos radicales. Las hojas son alternas, compuestas, trifoliadas y con folíolos oval-lanceolados, las cuales caen antes de que la semilla esté madura. La flor autofértil que nace en la axila de la hoja es de color blanco o púrpura, dependiendo de la variedad, y los frutos son vainas dehiscentes que contienen de 2 a 4 semillas, las cuales son esféricas u ovaladas, de color amarillo, crema o púrpura, según la variedad (Valladares, 2010).

La semilla de soya está formada por la cutícula, que es la cubierta protectora, y el embrión, compuesto por la radícula, el hipocótilo y el epicótilo; también se encuentran los cotiledones, que son carnosos y representan casi todo el volumen y el peso de la semilla (Bastidas Ramos, 1983). Dada la sensibilidad de la planta al ambiente, las semillas de soya varían en forma, tamaño y color, por lo que se encuentran achatadas, ovaladas o alargadas. La cutícula puede ser de color amarillo, verde, negro o de tonos castaño. El *hilum* varía de color, encontrándose negro, gris o de diferentes tonos de café, y el peso de la semilla varía entre 2 y 40 gramos por cada 100 semillas (Bastidas Ramos, 1983).

Fenología de la planta de soya

El crecimiento óptimo de la planta de soya se da en regiones cálidas y tropicales, y esta se adapta a un rango amplio de latitudes (entre los 0 y 30 grados) y altitudes (entre el nivel del mar y los 1.200 metros). La planta es muy sensible a la luz, y la radiación solar controla el paso del periodo vegetativo a la floración y la velocidad de crecimiento durante la maduración (Soto et al., 2001).

Durante la germinación, la radícula del embrión se desarrolla en el suelo y forma la raíz principal y las raíces secundarias, a partir de las cuales surgen varias laterales. Cuatro días después de la germinación, salen los pelos radicales en la raíz principal e inicia la formación del sistema radicular, el cual se ve afectado por las condiciones del suelo, como la estructura, la temperatura, la humedad, la fertilidad y el método de cultivo (Bastidas Ramos, 1983). La formación de nódulos en las raíces laterales causa el engrosamiento de las demás, y estos se observan a partir del sexto día desde la siembra. Cuando los nódulos están activos, son de color rosado, y cuando están inactivos, cambian su color a verde o blanco (Bastidas Ramos, 1983). La soya emerge cinco días después de la siembra, con el desarrollo de la plúmula, y se forman los tejidos del tallo y las hojas; a partir del segundo nudo surgen las hojas primarias, que son unifoliadas, y a partir del tercer nudo surgen hojas trifoliadas, ovaladas y pubescentes (una por cada nudo). La importancia de la ramificación está relacionada con la productividad de la planta, por lo que una menor densidad de población favorece el desarrollo de ramas en la parte baja de la planta (Bastidas Ramos, 1983).

El tallo de las plantas deja de crecer cuando inicia la floración, cuando se forma el racimo compacto de flores a partir del cuarto nudo: son racimos largos y se pueden encontrar flores recién formadas, flores marchitas, vainas pequeñas y vainas desarrolladas. Las flores de la planta de soya son blancas, púrpuras, combinadas o blancas con el cuello púrpura. Es de resaltar que en esta especie no se forma una vaina por cada flor que se produce, ya que se puede perder entre un 20 y un 70% de las flores producidas (Bastidas Ramos, 1983). Las flores se encuentran con tamaños de entre 6 y 7 mm de longitud, su cáliz es tubular, cuentan con 5 pétalos en la corona, un ovario, 10 estambres y un pistilo, y son hermafroditas, propias de un cultivo que se autopoliniza.

En el desarrollo de las plantas de soya se pueden identificar dos etapas: la vegetativa y la reproductiva; en la primera se encuentran los estados del crecimiento, que inician por la aparición de las plántulas, conocida como *emergencia*, cuando los cotiledones están en el suelo (VE), seguida del estado cotiledonar, cuando las hojas

cotiledonares están expandidas (VC). Ya en el nudo uno, las hojas unifoliadas están completamente desenvueltas (V1); en el nudo dos, la primera hoja trifoliada está desarrollada por completo (V2), mientras que, en el nudo inmediatamente superior, la hoja trifoliada está expandida (Vn) (Bastidas Ramos, 1983). La etapa reproductiva, por su parte, inicia con la floración (R1), que se completa cuando todas las flores están completamente abiertas (R2), para iniciar la formación de los frutos (R3), que son vainas de 2 a 7 cm de largo (R4) que se forman en los nudos superiores; en estas vainas se forman semillas (R5) hasta llenar su cavidad (R6) (según la variedad, se pueden encontrar de 2 a 4 granos por vaina), proceso que se da hasta alcanzar su madurez normal, cuando la vaina pasa de color verde (R7) a marrón oscuro (R8) (tabla 1) (Bastidas Ramos, 1983; Toledo, 2006).


Las plantas de soya son de día corto y florecen en fotoperiodos menores a 16 horas; por tanto, las 12 horas de luz que hay en el trópico durante todo el año facilitan la floración temprana, que se da entre los 25 y 30 días después de la siembra para las variedades precoces, pero con bajos rendimientos, mientras que las variedades tardías florecen entre los 35 y 55 días después de la siembra y maduran entre los 100 y 130 días después de la siembra, logrando un buen desarrollo vegetativo y una mayor probabilidad de tener un buen rendimiento de semilla (Bastidas Ramos, 1983; Valencia, 2006a).

Las condiciones edafoclimáticas requeridas para el cultivo de soya son: altitudes entre 500 y 1.200 m.s.n.m., temperaturas entre los 20 y los 35 °C, requerimiento hídrico entre 200 y 400 mm de agua durante el ciclo productivo, y suelos franco-arenosos, bien drenados, con una profundidad efectiva de 100 cm y un pH entre 6,7 y 7,5 (Ruiz Corral et al., 2013). Por lo anterior, el departamento del Tolima cuenta con condiciones ambientales óptimas, que propician una buena expresión de las variedades de soya y un potencial agrícola para su cultivo, las cuales se detallan más adelante.

La soya es una leguminosa con un alto valor nutricional y ha sido y continúa siendo un alimento milenario cuyo grano, al ser procesado, aporta un 9 % en fibra, un 40 % en proteína, un 20 % en lípidos, un 30 % en carbohidratos, un 8,5 % en agua y un 5 % en cenizas, además de que contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales para el cuerpo humano (Ridner, 2006; Soto et al., 2001). En tiempos modernos, cada vez se descubre un mayor número de propiedades curativas y alimenticias de la soya, por lo que los alimentos derivados de esta son muy aceptados por las comunidades vegetarianas y naturistas tradicionales, que incluso la llaman “la planta maravilla de la naturaleza”; así, la soya se ha posicionado como la leguminosa más importante para muchas sociedades del mundo. El aumento en áreas sembradas con soya






es evidente en el último siglo, y esta juega un papel importante como cultivo de rotación con maíz, arroz o sorgo, pues contribuye en el balance y buen desarrollo de estos cultivos por la fijación biológica de nitrógeno generada a través de su raíz, por la simbiosis con bacterias del género *Bradyrhizobium*, que favorece el enriquecimiento del suelo para provecho de nuevos cultivos (Salamanca & Baquero, 2006a). Asimismo, alternar gramíneas con soya favorece la ruptura de los ciclos de plagas y enfermedades, por lo que brinda un mayor equilibrio biológico en la zona y minimiza el riesgo de epidemias en los cultivos (Soto et al., 2001).

Tabla 1. Fases fenológicas de la soya

Etapa vegetativa	Descripción	Imagen	Periodo
VE	Emergencia de la plántula		4-7 días después de la siembra
VC	Cotiledones desplegados		3-4 días después de emergencia (DDE)
V1	Primer nudo, con hojas opuestas unifoliadas desarrolladas		7-8 DDE

(Continúa...)

(Continuación tabla 1)

Etapa vegetativa	Descripción	Imagen	Periodo
V2	Segundo nudo, con primera hoja trifoliada desarrollada		9-12 DDE
Vn	Nudo <i>n</i> , con hoja <i>n</i> trifoliada desarrollada		16-38 DDE
Etapa reproductiva	Descripción	Imagen	Periodo
R1	Inicio de la floración		35-38 DDE
R2	Floración completa		38-45 DDE
R3	Inicio de la formación de vainas		45-52 DDE

(Continúa...)

(Continuación tabla 1)

Etapa reproductiva	Descripción	Imagen	Periodo
R4	Desarrollo completo de las vainas		52-54 DDE
R5	Inicio de la formación de semillas		55-66 DDE
R6	Desarrollo completo de las semillas		75-86 DDE
R7	Inicio de la maduración		85-96 DDE

(Continúa...)

(Continuación tabla 1)

Etapa reproductiva	Descripción	Imagen	Periodo
R8	Maduración completa		95-115 DDE
Cosecha	Punto para cosechar		95-120 DDE

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Luis Ernesto Ortegón Herrera, Saúl Jaramillo Bonillay Deisy Lorena Flórez Gómez

Desde los años 50 hasta mediados de los años 80, el mejoramiento de las variedades de soya en Colombia estuvo marcado por el desarrollo de cultivares en los programas de mejoramiento del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) hasta su cambio de función en el país. La producción de soya durante esta época estaba concentrada en su totalidad en la región natural del Valle Geográfico del Río Cauca y posteriormente migró a la zona de los Llanos Orientales por el costo de la tierra (Valencia & Ligarreto, 2010). El 80% del área cultivada de soya en el país se sembraba con la variedad Soyica P-34, y el 20% restante se distribuía entre otros materiales regionales, como P-33, Panorama 29, Panorama 27 e ICA Corpoica Obando 1, y algunos con condiciones específicas para agroecosistemas del piedemonte llanero y la altillanura, entre los cuales se encuentran Soyica Ariari 1, Corpoica Orinoquia 3, Soyica Altillanura 2, Corpoica Taluma 5 y Corpoica Superior 6 (Valencia, 2006b). Los rendimientos promedio de estos materiales oscilan entre los 2.200 y 2.800 kg/ha en suelos de la altillanura (Valencia, 2006b) y entre 2.000 y 3.500 kg/ha en condiciones del Valle Geográfico del Río Cauca y del Magdalena (Semillas del Pacífico, s. f.).



