

CIRCULAR TÉCNICA Nº 7

SETEMBRO - 1979

DESCRIÇÃO BOTÂNICA DA SOJA



EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

VINCULADA AO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

UEPAE/PELOTAS - CONVÊNIO EMBRAPA/UFPEL

PELOTAS - RS

ERRATA

1- Na pag. 1, onde se lê:

Subfamília: papilionáceas

2- Na pag. 2, onde se lê

A plúmula, é constituída de duas folhas primárias bem desenvolvidas.

3- Na pag. 2, onde se lê

..., rompendo a camada do solo e carrega os cotilédones e o epicótilo ou plúmula para cima.

4- Na pag. 2, onde se lê

O epicótilo ou plúmula aparece de entre os cotilédones...

5- Na pag. 4, onde se lê

A principal parte desse eixo é o hipocótilo, em cuja extremidade superior estão o epicótilo (constituído de duas folhas primárias), o primórdio da primeira folha trifoliolada e o ápice do caule (meristema de crescimento).

6- Na pag. 5, onde se lê

d) hábito de crescimento (determinado corresponde a menor altura e menor ou nenhum, em contraposição ao indeterminado);

7- Na pag. 8, onde se lê

A flor é típica da família das Leguminosas Papilionáceas.

Leia-se

Subfamília: faboideas

Leia-se

A plúmula origina o epicótilo sobre o qual se desenvolvem duas folhas primárias bem desenvolvidas que lateram o meristema apical.

Leia-se

..., rompendo a camada do solo e carrega os cotilédones e o epicótilo para cima.

Leia-se

O epicótilo aparece de entre os cotilédones...

Leia-se

A principal parte desse eixo é o hipocótilo, em cuja extremidade superior estão o epicótilo (originado da plúmula), as duas folhas primordiais, o primórdio da primeira folha trifoliolada e o meristema apical do caule.

Leia-se

d) hábito de crescimento (determinado corresponde a menor altura e menor ou nenhum crescimento após o início da floração.

Leia-se

A flor é típica da subfamília Faboideae.

CIRCULAR TÉCNICA Nº 7

SETEMBRO - 1979

DESCRIÇÃO BOTÂNICA DA

SOJA

FRANCISCO DE JESUS VERNETTI
MARIO FRANKLIN DA CUNHA GASTAL



EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
VINCULADA AO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
UEPAE/PELOTAS - CONVENIO EMBRAPA/UFPEL
PELOTAS - RS

Verneti, Francisco de Jesus

Descrição botânica da soja. por Francisco de Jesus Verneti e Mario Frankiin da Cunha Gastal. Pelotas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Pelotas, 1979.

p. (EMBRAPA. UEPAE/Pelotas. Circular Técnica, 7).

1. Soja-Descrição botânica. I. Gastal, Mario Franklin da Cunha. II. Título. III. Série.

CDD 633.34

SUMÁRIO

1. TAXONOMIA	1
2. SEMENTE E GERMINAÇÃO	1
3. RAIZ	3
4. CAULE OU HASTE	4
5. FOLHA	5
6. INFLORESCÊNCIA E FLOR	7
7. FRUTO	8
8. GRÃO	9
9. PUBESCÊNCIA	11

DESCRIÇÃO BOTÂNICA DA SOJA

Francisco de Jesus Verneti¹
Mario Franklin da Cunha Gastal¹

1. TAXONOMIA

A soja cultivada (Glycine max (L.) Merrill) pertence à família das Leguminosas. A classificação botânica dessa espécie é a seguinte:

Ramo - Fanerógamas
Divisão - Angiospermas
Classe - Dicotiledôneas
Ordem - Rosales
Família - Leguminosas
Subfamília - Papilionáceas
Gênero - Glycine
Subgênero - Soja
Espécie - G. max (L.) Merrill

A soja é originária do Centro de Origem Chinês, o mais antigo e o maior centro de origem independente, identificado pelo homem.

2. SEMENTE E GERMINAÇÃO

A semente da soja é quase completamente desprovida de endosperma. Apresenta tegumento que envolve um embrião bem desenvolvido. No tegumento encontramos o hilo, normalmente oval, mas que pode apresentar forma linear. Numa de suas extremidades está a rafe, fenda que se estende à chalaza (pon-

¹Engº Agrº, M.Sc., Pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Pelotas (UEPAE/Pelotas), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Caixa Postal, 553 - 96.100 - Pelotas - RS.

to de fixação dos integumentos ao óvulo). Na outra extremidade está a micrôpila, formada pelos integumentos do saco embrionário. A ponta do eixo hipocótilo-radícula, visível através do tegumento, localiza-se logo abaixo da micrôpila.

O embrião é formado por dois cotilédones, uma plúmula e um eixo hipocótilo-radícula. A plúmula é constituída de duas folhas primárias bem desenvolvidas.

Na maioria das variedades a imbibição de água pelas sementes ocorre imediatamente após a sementeira. Alguns genótipos, porém, principalmente da espécie selvagem, apresentam alta proporção de sementes duras (imbibição lenta). A imbibição se processa através de toda a superfície da semente, inclusive pelo hilo. Quando tegumento e embrião absorveram toda a água de que são capazes a semente adquire forma reniforme em lugar da forma ovalada típica. Isto ocorre em um a dois dias.

Sob condições de umidade e temperatura adequadas, o processo de germinação inicia com o alongamento da radícula, que atravessa a micrôpila ao final de um ou dois dias. A radícula cresce rapidamente para baixo e, ao alcançar 2 a 3 cm de comprimento, surgem as primeiras ramificações radiculares. O hipocótilo, por sua vez, cresce rapidamente; o arco do hipocótilo alcança a superfície do solo em primeiro lugar, rompendo a camada de solo e carrega os cotilédones e o epicótilo ou plúmula para cima. O tegumento da semente fica, em geral, no interior ou na superfície do solo. Prossegue o crescimento do hipocótilo; desaparece o formato de anzol e ele se torna praticamente reto; os cotilédones, assim, ficam em posição perpendicular ao solo. A partir do momento em que os cotilédones começam a ser elevados acima da superfície do solo recebem luz solar e tomam coloração verde. Passam, então, a realizar alguma fotossíntese e a suprir a plântula de minerais e outros alimentos, até que folhas e raízes estejam bem estabelecidas na planta. O epicótilo ou plúmula aparece de entre os cotilédones logo depois que estes são elevados acima

da superfície do solo. Em poucos dias, as duas folhas primárias estão completamente abertas e no seu máximo tamanho. A plântula continua crescendo e surge a primeira folha trifoliolada.

Ressaltam-se, a seguir, alguns aspectos importantes relativos à semente e à germinação:

- a. o tegumento protege o embrião contra fungos e bactérias antes e depois da sementeira;
- b. os cotilédones suprem a plântula de elementos nutritivos cerca de 14 dias;
- c. o suprimento de umidade é crítico para se ter boa germinação; a soja requer 50% do seu peso em água, enquanto o milho requer 30% e o arroz 26%;
- d. o bom preparo do solo é indispensável, pois a existência de crosta superficial pode provocar a quebra do arco do hipocótilo e consequente morte da plântula;
- e. depois da emergência é difícil matar a plântula da soja, embora o meristema esteja descoberto (no milho está protegido), porque os brotos dormentes podem regenerar a plântula se o meristema apical for afetado por geada ou por granizo, por exemplo; a morte ocorrerá se os tecidos forem atingidos até abaixo dos últimos brotos dormentes.

3. RAIZ

O sistema radicular da soja é composto de uma raiz principal e de grande número de raízes secundárias distribuídas em quatro fileiras, separadas de cerca de 90° uma da outra, ao longo da raiz principal. Das raízes secundárias derivam ramificações (raízes terciárias), destas novas ramificações (raízes quaternárias) e assim por diante. Também, a partir do hipocótilo podem aparecer raízes adventícias profusa-

mente ramificadas, quando as demais raízes sejam atacadas por podridões (causadas por fungos ou outros agentes) ou tenham aeração inadequada, em solos planos, mal drenados.

Uma das características da espécie é a simbiose que pode estabelecer com a bactéria nitrificadora Rhizobium japonicum (Kirchner) Buchanan. Em condições favoráveis de solo e de clima, os primeiros nódulos resultantes dessa simbiose são visíveis cerca de 10 dias após a semeadura; três semanas após a emergência os nódulos estão aptos a cumprir sua finalidade: proporcionar a planta o nitrogênio necessário ao seu crescimento e desenvolvimento.

A extensão do sistema radicular varia consideravelmente com as condições ecológicas a que a planta estiver sujeita. A raiz principal pode atingir a 2 metros de profundidade e as raízes laterais até 2,5 metros de distância em plantas isoladas, sob condições adequadas de solo e de clima. Em condições de lavoura, na maioria dos casos, a quase totalidade das raízes localiza-se nos primeiros 30 cm de solo e a sua maioria concentra-se nos primeiros 10 a 15 cm de solo, onde, também, está o seu maior crescimento.

Em solos bem arejados ou com aeração normal, as raízes apresentam-se com sua característica típica: longas e em grande número. Quando há falta de arejamento, ou seja, aeração inadequada do solo, as raízes mostram-se curtas e grossas.

4. CAULE OU HASTE

A haste da soja origina-se do eixo hipocótilo-radicula. A principal parte desse eixo é o hipocótilo, em cuja extremidade superior estão o epicótilo (constituído de duas folhas primárias), o primórdio da primeira folha trifoliolada e o ápice do caule (meristema de crescimento).

Ao iniciar a germinação, o hipocótilo alonga-se rapidamente; durante o crescimento da plântula forma a parte in-

ferior do caule, desde a radícula aos cotilédones; na planta adulta constitui cerca de 2 a 5 cm da parte inferior do caule a partir do nível do solo.

Ao longo da haste, a intervalos mais ou menos regulares, localizam-se os nós correspondentes aos primórdios foliares. Na axila de cada folha existem primórdios que podem permanecer dormentes, podem dar origem a uma ramificação lateral e/ou a um broto floral.

O caule acima do hipocótilo é originado do epicótilo ou dos primórdios axilares do nó cotiledonar ou de outro/s nó/s, os quais às vezes, se desenvolvem em ramificações laterais.

A altura da planta (comprimento do caule) é função dos seguintes fatores:

- ciclo da variedade (como regra, as precoces são, mais baixas do que as tardias);
- época de semeadura (em geral, semeadura do cedo e da época normal determinam maior altura da planta);
- espaçamento e densidade de semeadura (maior espaçamento e menor densidade correspondem a plantas mais baixas);
- hábito de crescimento (determinado corresponde a menor altura e menor ou nenhum, em contraposição ao indeterminado);
- latitude (determina o fotoperíodo, que determina a época de florescimento e a altura da variedade de hábito determinado, principalmente);
- fertilidade do solo (solos mais férteis, maior altura);
- umidade do solo durante o ciclo (quanto melhor distribuída e abundante, maior altura);

h. temperatura do ar durante o ciclo (coadjuvante do fotoperíodo na indução do florescimento).

O hábito de crescimento dos caules da soja pode ser determinado ou indeterminado. O hábito determinado confere às plantas as seguintes características:

- a. crescimento mínimo após o florescimento;
- b. o florescimento inicia do oitavo ao décimo nó e continua para cima e para baixo, rapidamente;
- c. o ráculo terminal é longo, com grande número de flores;
- d. período prolongado de florescimento porque este progride lentamente da base para o ápice de cada ráculo;
- e. distribuição mais ou menos uniforme das vagens ao longo da haste principal e dos ramos laterais.

O hábito indeterminado confere as plantas as seguintes características:

- a. após iniciar o florescimento, a planta aumenta 2 a 4 vezes seu tamanho;
- b. o florescimento inicia no quarto ou quinto nó e continua para cima;
- c. muitas folhas novas aparecem após o surgimento das primeiras flores;
- d. aparecem vagens próximo a base da planta antes que apareça a última flor no ápice da planta;
- e. o número de vagens diminui de baixo para cima, ao longo da haste principal e dos ramos laterais.

Quanto a forma, o caule da soja pode ser normal ou fasciado. Este deriva de divisão do ponto de crescimento, seguida de anastomose das hastes assim formadas, o que ocorre após o aparecimento das primeiras folhas trifolioladas. Como consequência, observa-se, frequentemente, durante o crescimento dessas plantas, o surgimento de duas a três folhas por nó. Co-

mo regra, chegada a época do florescimento, no ponto terminal da haste, desenvolve-se denso grupo de flores (inúmeros ráculos), das quais formam-se agrupamentos compactos de vagens. A fasciação não ocorre na penumbra.

5. FOLHA

As folhas da soja são de quatro tipos diferentes:

- a. cotilédones;
- b. simples ou unifolioladas (primárias);
- c. trifolioladas ou compostas (as demais);
- d. prófilos ou brácteas

As primeiras já foram descritas em 2. Semente.

As simples (primárias) são de forma oval e tem pecíolos curtos (1 a 2 cm). Localizam-se no primeiro nó acima dos cotilédones, são opostas uma a outra e possuem um par de estípulas na base, ou seja, no ponto de fixação ao caule.

As trifolioladas arrajam-se alternadamente sobre a haste, de maneira dística. Os seus folíolos tem forma variável, de acordo com a cultivar: lanceolada, ovóide, oval, rombóide, rombóide-lanceolada, oval-lanceolada, etc. Algumas cultivares apresentam folhas com quatro ou cinco e outras com sete folíolos. As dimensões dos folíolos variam com a cultivar e com a posição da folha na planta, desde 4 a 20 cm de comprimento e de 3 a 10 cm de largura.

Os prófilos estão presentes em pares na base de cada ramo lateral; raramente atingem mais de 1 mm de comprimento.

A cor dos folíolos varia do verde claro ao verde escuro.

6. INFLORESCÊNCIA E FLOR

Em continuação ao período vegetativo, a planta inicia o período reprodutivo, isto é, dos brotos axilares nascem ráculos com número variável (2 a 35) de flores em cada um.

A flor é típica da família das Leguminosas Papilionáceas. Apresenta cálice tubular, persistente, de 5 lobos desiguais. A corola é composta de 5 pétalas, uma das quais, a maior, chama-se estandarte, as duas laterais são chamadas asas e as duas anteriores são denominadas quilhas ou carena (não fundidas). O androceu tem 10 estames e o gineceu é formado de pistilo único, com um a quatro óvulos no ovário (um a quatro grãos por vagem).

Vários pesquisadores registram que a soja produz muito mais flores do que as que podem dar origem a vagens. Para diversas variedades, contagens de 20 a 80% de aborto ou de queda de flores tem sido relatadas. A maioria das variedades que tem muitas flores por nó tem maior percentagem de aborto do que as que tem poucas flores por nó. O aborto pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento, desde o início de formação do broto até o estágio cotiledonar. A época mais frequente da queda de flores ou de vagens é de 1 a 7 dias após o florescimento. Em geral, são as primeiras e as últimas flores que tendem a abortar, a maioria das vezes.

Também ocorre o aborto de óvulos individuais ou de todos os óvulos de um ovário. Em geral, o óvulo basal (o último a ser fertilizado) e o óvulo terminal (competição por umidade com a haste da inflorescência) são os que mais abortam.

A época e o período de florescimento variam com a variedade e com as condições ambientais. De uma maneira geral, o período varia de 3 a 6 semanas (como regra, 3 a 4 semanas).

A cor da flor pode ser branca ou tonalidade de violeta

7. FRUTO

O fruto da soja é a vagem ou legume, típico da família das Leguminosas Papilionáceas. Consiste de duas metades do carpelo único, conectadas pelas suturas dorsal e ventral. Embora possam ocorrer pequenas variações em determinadas cultivares ou em condições ambientais distintas, o comprimento má-

ximo da vagem é atingido 20 a 25 dias após o florescimento; a máxima largura acontece cerca de 30 dias após o florescimento. A semente passa então a perder umidade e muda de reniforme para a forma ovalada ou esférica, típica da semente madura.

O número de vagens por ráculo varia com a cultivar e com sua posição na planta, de 2 a 20 ou mais; uma planta pode ter até 400 vagens.

O número de grãos por vagem varia de 1 a 4, mas, em geral, encontram-se vagens com 2 ou 3 grãos.

O tamanho e a forma da vagem variam de acordo com o tamanho e forma dos grãos.

As vagens aparecem de 10 a 15 dias após o início do florescimento e ao fim de mais ou menos três semanas a frutificação está encerrada.

A cor da vagem pode ser:

- a. preta;
- b. tonalidades da cor marrom; e
- c. tonalidades da cor amarela.

A cor é função da presença de caroteno, de xantofila, de antocianina e da cor dos pelos que cobrem a vagem.

8. GRÃO

A formação do grão da soja, cuja estrutura já foi descrita, ocorre a partir da dupla fertilização característica da espécie. O embrião cresce e, após 6 a 7 dias, tem início a formação dos cotilédones.

O período de enchimento dos grãos é o mais crítico dos períodos do ciclo da soja. Qualquer fator que interfira com o desenvolvimento da planta nesse estágio, pode causar apreciável redução do rendimento.

O número máximo e o tamanho das sementes de uma planta é determinado por sua constituição genética, mas o número real e o tamanho das sementes produzidas são determinados, principalmente, pelas condições ambientais do período de enchimen-

to dos grãos.

O grão de soja recém formado tem 90% de água. Desde cedo, porém, o conteúdo de umidade diminui mais ou menos rapidamente. A primeira redução leva a umidade para 65% a 70%, rapidamente. Segue-se diminuição lenta até 60% a 65% de umidade, ao mesmo tempo que a semente acumula matéria seca. Quando esta termina a umidade cai para 10 a 15% em 7 a 14 dias.

A forma dos grãos é variável; pode-se reconhecer, de maneira geral, as seguintes:

- a. aproximadamente esférica;
- b. ovalada;
- c. achatada.

Quanto a cor do tegumento, pode ser:

- a. amarela (tonalidades);
- b. verde (tonalidades);
- c. marron (tonalidades);
- d. preta.

Nos bicoloridos, destacamos as combinações de cores:

- a. amarela e marron;
- b. amarela e preta;
- c. marron e preta;
- d. amarela e púrpura;
- e. amarela e fuliginosa (acinzentada).

O hilo dos grãos pode apresentar-se:

- a. amarelo ou verde (chamado incolor);
- b. tonalidades de marron;
- c. preto;
- d. bicolorido.

Os cotilédones, por sua vez, podem ser:

- a. verdes;
- b. amarelos;
- c. amarelo claros.

9. PUBESCÊNCIA

Hastes, folhas, pecíolos, sépalas e vagens da quase totalidade das cultivares de soja são cobertas de tricomas ou pelos (pubescência). Há considerável variabilidade, segundo a cultivar, na cor, tamanho, densidade e forma dos tricomas.

As cores da pubescência são o cinza ou tonalidades distintas de marrom; os pelos podem ser eretos ou decumbentes; a pubescência pode ser esparsa, ou normal, ou densa, ou crespa (caduca).

LITERATURA CONSULTADA

- BERNARD, R.L. The inheritance of pod color in Soybeans. J. Heredity, 58: 165-168. 1967.
- BERNARD, R.L. & SINGH, B.B. Inheritance of pubescence type in soybeans: glabrous, curly, dense, sparse and puberulent. Crop Sci., 9: 192-197. 1969.
- BERNARD, R.L. Two genes affecting stem termination in soybeans. Crop Sci., 12: 235-239. 1972.
- BHATT, G.M. & TORRIE, J.H. Inheritance of pigment color in the soybean. Crop Sci., 8: 617-619. 1968.
- BORTHWICK, L.A. & PARKER, W.M. Influence of photoperiods upon the differentiation of meristems and the blossoming of Biloxi soybeans. Bot. Gaz., 99: 825-839. 1938.
- CARLSON, J.B. Morphology. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p. 17-95. (Agronomy, 16).
- DOMINGO, W.E. Inheritance of number of seeds per pod and leaflet shape in the soybean. J. Agr. Res., 70: 251-268. 1945.
- ESAU, K. Plant anatomy. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 767 p. 1965.

- FEHR, W.R. Genetic control of leaflet number in soybeans. Crop Sci., 12: 221-224, 1972.
- GUARD, A.T. Development of floral organs of the soybean. Bot. Gaz., 91: 97-102, 1931.
- HARDMAN, L.L. The effects of some environmental conditions on flower production and pod set in soybean Glycine max (L.) Merrill var. Hark. Diss. Abst., 31 (5): 2401-B, 1970.
- HARTWIG, E.E. & HINSON, K. Inheritance of flower color in soybeans. Crop Sci., 2: 152-153, 1962.
- KATO, I. & SAKAGUCHI, S. Studies on the mechanism of occurrence of abortive grains and their prevention on soybeans. Glycine max M. Tokai-kinki Nat. Agr. Exp. Sta., Div. Plant Breed. Cult. Bull., 1: 115-132, 1954.
- KATO, I. et alii. Development of flower parts and seed in soybean plant, Glycine max M. Tokai-kinki Nat. Agr. Exp. Sta. Div. Plant Breed. Cult. Bull., 1: 96-114, 1954.
- KATO, I. et alii. Anatomical observations on fallen buds, flowers, and pod of soybean, Glycine max M. Tokai-kinki Nat. Agric. Exp. Sta. Div. Plant Breed. Cult. Bull., 2: 159-168, 1955.
- MAHMUD, I. & PROBST, A.H. Inheritance of gray hilum color in soybeans. Agron. J., 45: 59-61, 1953.
- MATSUURA, H. Glycine soja. In: A Bibliographical monograph on plant genetics, 2 ed. Tokyo. 1935. p. 100-110.
- MIKSCH, J.P. Developmental vegetative morphology of Glycine max. Agron. J., 53: 121-128, 1961.
- MITCHELL, R.L. & RUSSELL, W.J. Root development and rooting patterns of soybean (Glycine max (L.) Merrill) evaluated under field conditions. Agron. J., 63: 312-316, 1971.
- MORSE, W.J. & CARTTER, J.L. Improvement in soybeans. Yearbook Agr. U.S. Dep. Agr. p. 1154-1189. 1937.

- NAGAI, I. A genetic physiological study on the formation of anthocyanin and brown pigments in plants. Tokyo Univ. Coll. of Agr. J., 8: 1-92, 1921.
- NAGAI, I. Inheritance in the soybean. Nogyo Oyobi Engei, 1: 1-14, 107-108, 1926.
- NAGAI, I. & SAITO, S. Linked factors in soybeans. Jap. J. Bot., 1: 121-136, 1923.
- OWEN, F.V. Inheritance studies in soybeans III Seed coat color and summary of all other mendelian characters thus far reported. Genetics, 13: 50-79, 1928.
- PAMPLIN, R.A. The anatomical development of the ovule and seed in the soybean. Diss. Abst., 63: 5128, 1963.
- PIPER, C. & MORSE, W.J. The soybean. Mc Graw Hill. 1923.
- RAPER, C.D., Jr. & BARBER, S.A. Root systems of soybeans. I. Differences in root morphology among varieties. Agron. J., 62: 581-584, 1970.
- SCOTT, W.O. & ALDRICH, S.R. Modern Soybean Production. Ohio, The Farm Quarterly, Cinicinnati, 1970. 192p.
- STEWART, R.T. Inheritance of certain seed-coat colors in soybeans. J. Agr. Res., 40: 829-854, 1930.
- STEWART, R.T. & WENTZ, J.B. A recessive glabrous character in soybeans. J. Amer. Soc. Agron., 18: 997-1009, 1926.
- TAKAGI, F. On the inheritance of some characters in Glycine soja, Bentham (soybean). Tohoku Imp. Univ. Sci. Rpt., Ser. Biol., 4: 577-589, 1929.
- TAKAGI, F. On the inheritance of some characters in Glycine soja, Bentham (soybean). Jap. J. Genet., 5: 177-189, 1930.
- TAKAHASHI, N. Linkage relation between the genes for the form of leaves and the number of seeds per pod of soybeans (Sumário em inglês). Jap. J. Genet., 9: 208-225. 1934.
- TAKAHASHI, Y. & FUKUYAMA, J. Morphological and genetic studies

on the soybean. Hakkaido Agr. Exp. Sta. Rep. 10: (100 páginas). 1919.

TING, C.L. Genetic studies on the wild and cultivated soybeans J. Amer. Soc. Agron., 38: 381-393, 1946.

VAN SCHAICK, P.H. & PROBST, A.H. Effects of some environmental factors on flower productive efficiency in soybeans. Agron. J., 50: 192-197, 1958.

WILLIAMS, E.F. Alteration of dominance and apparent change in direction of gene action by a mutation at another locus affecting the pigmentation of the seedcoat of the soybean (Abst.), Tenth Int. Cong. Genet. Proc. 2: 315-316, 1958.

WILLIAMS, L.F. Structure and genetic characteristics of the soybean. In: MARKLEY, K.S., ed. Soybean and soybean products. Interscience Publishers, 1950. v. 1. p. 111-134.

WILLIAMS, L.F. The inheritance of certain black and brown pigments in the soybean. Genetics, 37: 208-215, 1952.

WOODWORTH, C.M. Inheritance of cotyledon, seed-coat, hilum and pubescence colors in soybeans. Genetics, 6: 487-553, 1921.

WOODWORTH, C.M. Inheritance of growth habit, pod color, and flower color in soybeans. J. Amer. Soc. Agron., 15: 481-495, 1923.

WOODWORTH, C.M. Genetics and breeding in the improvement of the soybean. Illinois Agr. Exp. Sta. Bull., 384: 297-404, 1932.

WOODWORTH, C.M. Genetics of the soybean. J. Amer. Soc. Agron., 25: 36-51, 1933.

