

## HEREDITARIEDADE DA CÔR DAS VAGENS DE *Phaseolus vulgaris* L. (1)

Alfredo Lam Sánchez  
Clibas Vieira (2)

### 1. INTRODUÇÃO

Oferecem-se, no presente trabalho, os resultados de estudos mendelianos sôbre a côr das vagens, correlacionando-a com a côr das flôres, feitos com o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

As vagens imaturas podem ser amarelas ou verdes, exibindo, neste último caso, diferentes intensidades, indo do verde-claro ao verde-escuro. Ademais, as vagens verdes podem ostentar estrias avermelhadas ou violeta-azuladas, em todo seu comprimento ou apenas no ápice. Há ainda casos em que adquirem total coloração vermelha ou púrpura-escura.

Os feijoeiros que produzem vagens amarelas são denominados "wax beans" em inglês. Este caráter é recessivo em

---

(1) Projeto 1-A-62 do Serviço de Experimentação e Pesquisas da U. R. E. M. G. Parte da tese apresentada à Escola de Pós-Graduação da UREMG, pelo primeiro autor, como uma das exigências para a obtenção do grau de "Magister Scientiae".

(2) Respectivamente, ex-estudante pós-graduado de Agricultura Especial na Escola de Pós-Graduação e prof. catedrático de Agric. Geral e Melhoramento de Plantas da Escola Superior de Agricultura da UREMG.

relação à côr verde, dando segregação de 3:1 em  $F_2$ , conforme foi verificado por Mendel e, no início dêste seculo, por Tschermak, Emerson e Lock (cit. por KOOIMAN, 1931).

CURRENCE (1931) verificou que a côr verde é condicionada por dois fatores dominantes: Y e S. Com a ausência do fator Y (yyS-) verifica-se a produção de vagens amarelas, e com a ausência de S (Y-ss) vagens de côr cinza-esverdeada ('). Da ausência de ambos (yyss) resultam vagens brancas.

LAMPRECHT (1951) estudou a hereditariedade da côr avermelhada das vagens, concluindo que dois genes são responsáveis: um deles (Ro) provoca a côr rósea, e o outro (Pur) modifica-a para púrpura-escura. Assim, tem-se: RoPur = púrpura-escura e Ropur = rosa. Os outros dois genótipos-roPur e ropur - dão vagens verdes.

Explica este último autor que as quatro côres de vagens estudadas por CURRENCE podem ser encontradas com marmorização, condição que depende, entre outras coisas, de presença de R<sup>st</sup>, um dos sete alelos do gene R da côr do tegumento da semente. A série alélica V-v<sup>lae</sup>-v, da côr de flor, também influencia. Com a recessividade em v a côr da marmorização é vermelha e com V é azul-preta.

Como, no presente trabalho, a côr das vagens foi correlacionada com a côr das flôres, necessário se faz uma explicação sobre a hereditariedade dêsse caráter. De acôrdo com LAMPRECHT (1936), a côr das flôres depende, em primeiro lugar, da presença em forma dominante, do gene P, fundamental para a produção de côr no tegumento da semente, e de T, básico para distribuição uniforme dessa côr. Todas as plantas com constituição pp ou tt possuem flôres brancas. Em presença de P e T, a côr das flôres depende de uma série de, pelo menos, três alelos múltiplos: V, v<sup>lae</sup> e v, com essa ordem de dominância. V condiciona a côr violeta, v<sup>lae</sup> a côr rosa e v a côr branca. Esclarece ainda LAMPRECHT que, com respeito a V e provavelmente também v<sup>lae</sup>, as plantas heterozigóticas exibem flôres com côr algo mais pálida que a das correspondentes plantas homozigóticas.

(') "Silver (unusual light green color)" segundo CURRENCE; "Grünlichgrau" de acôrdo com LAMPRECHT (1951).

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Empregaram-se no presente estudo as variedades mencionadas no quadro 1.

Foram elas cruzadas em tôdas as combinações possíveis, e nas gerações  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  anotaram-se as côres das vagens e das flôres, com o auxílio do Munsell Book of Color (1957). As vagens foram observadas imediatamente antes do início do processo de seca, isto é, quando os feijoeiros atingiam 70 a 80 dias de idade.

As poucas plantas da geração  $F_1$  dos cruzamentos Pardo-90 x Roxão e Prêto-209 x Manteigão-Fôsko-11 deram poucas sementes, descontinuando-se, por essa razão, as respectivas análises genéticas. Cruzamentos recíprocos, isto é, em ambas as direções, foram realizados para quase todos os casos. Como conduzem sempre ao mesmo resultado, como é normal em Phaseolus vulgaris, sempre que executados os dados correspondentes foram reunidos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Prêto-146 x Prêto-209

As plantas das gerações  $F_1$  e  $F_2$  possuíam vagens e flôres com côres exatamente iguais às dos progenitores, mostrando que êstes têm o mesmo genótipo com respeito aos caracteres estudados.

### 3.2. Prêto-146 x Manteigão-Fôsko-11

Em  $F_1$  as plantas exibiram vagens de côr púrpura-escura (2,5 R 3/2, de acôrdo com Munsell Book of Color) e flôres violetas algo mais claras que às do progenitor Prêto-146 (estandarte 10 P 5/10 e asas 10 P 6/8). A segregação obtida na geração  $F_2$  consta do quadro 2. Nota-se que dois novos genótipos surgiram e que dois genes estão envolvidos e, também, a dominância da côr violeta das flôres sobre a branca. Geneticamente, a segregação obtida pode ser explicada da seguinte maneira: a variedade Prêto-146 carrega, além do gene V para côr violeta das flôres, um gene para pigmentação avermelhada das vagens, aqui simbolizado por Ro, porque talvez se trate do mesmo gene estudado por LAMPRECHT (1951); já o Manteigão-Fôsko-11 possui o ge-

nótipo ro ro vv, isto é, vagens sem a referida pigmentação e flôres de côr branca. Consoante esta explicação, os dois novos tipos surgidos em  $F_2$  têm a constituição genotípica ro ro V- (flor violeta e vagem amarela com estrias violáceas) e Ro-vv (flor branca e vagem vermelha). Portanto, V na presença de Ro torna a vagem púrpura-escura, enquanto na presença de ro produz estrias violáceas em fundo amarelo. Descobriu-se, assim, nôvo efeito pleiotrópico do gene V, pois já é fato conhecido sua influência na côr do caule, tornando-o violáceo, na côr do tegumento da semente e na côr da marmorização das vagens (LAMPRECHT, 1936 e 1951). Não há elementos suficientes para se estabelecer possíveis relações entre o efeito do gene V sôbre a côr das vagens e o gene modificador Pur de LAMPRECHT, porque este autor não fez menção, em seu trabalho, à côr das flôres. Ele verificou, entretanto, que o genótipo roroPur- produz vagens verdes como no caso dos duplos recessivos, ou seja, o gene Pur sômente se manifesta na presença de Ro.

Na geração  $F_3$  (quadro 3), dentro das famílias com flôres violetas e vagens de côr púrpura escura, ocorreram segregações nas proporções de 9:3:3:1 e 3:1, esta última para côr de vagens ou de flôres. Tais famílias correspondem aos genótipos RoroVv, RoroVV e RoRoVv, respectivamente. Ocorreram, ainda, famílias que não segregaram (RoRoVV). Parte das famílias  $F_3$  com flôres violetas e vagens amarelas com estrias (roroV-) segregaram na proporção de 3 plantas com o mesmo fenótipo de  $F_2$ : 1 com flôres brancas e vagens amarelas. Famílias  $F_3$  com flôres brancas e vagens vermelhas (Rorovv) também segregaram dentro da proporção esperada. As plantas de flôres de côr branca e vagens amarelas não segregaram, como era esperado dentro da hipótese levantada.

### 3.3. Manteigão-Fôsko-11 x Pardo-90

Os indivíduos da geração  $F_1$  dêste cruzamento ostentaram vagens vermelhas (2,5 R 4/10) e flôres rosas, um tanto claras (estandarte 2,5 RP 7/6 e asas 2,5 RP 8/4). A segregação esperada em  $F_2$  consta do quadro 4. O genótipo da variedade Pardo-90 e RoRov<sup>lae</sup>v<sup>lae</sup> e o da outra variedade já é conhecido: rorovv. Os dados que formam o quadro 4 vêm robustecer a hipótese anteriormente levantada e mostram que o alelo v<sup>lae</sup>, tal qual v, não possui nenhum efeito sôbre a côr das vagens. O quadro 5 mostra as segregações obtidas em di

versas famílias F<sub>3</sub>.

3. 4. Roxão x Prêto-146  
Roxão x Prêto-209

Trata-se de cruzamentos entre plantas de genótipos RoRoVv e RoRovv (Roxão). Em F<sub>1</sub> os indivíduos mostraram flôres violetas, algo claras (standarte 10 P 5/10 e asas 10 P 6/8), e vagens de côr púrpura-escura (2,5 R 3/2). Na geração F<sub>2</sub> obtiveram-se segregações na proporção de 3:1, conforme mostra o quadro 6. Das famílias F<sub>3</sub> observadas no campo, apenas as de vagens de côr púrpura-escura, heterozigóticas (RoRoVv) para côr de flor, segregaram, conforme mostra o quadro 7.

3. 5. Roxão x Manteigão-Fôsko-11

Os indivíduos, na geração F<sub>1</sub>, exibiram flôres de côr branca e vagens vermelhas (2,5 R 4/10), e na geração F<sub>2</sub> segregaram na proporção de 3:1, conforme se pode verificar no quadro 8. Os dados mostram claramente que os genótipos dos progenitores são, respectivamente, RoRovv e rorovv. As famílias F<sub>3</sub> que segregaram possuíam o genótipo Rorovv (quadro 9).

3. 6. Prêto-146 x Pardo-90  
Prêto-209 x Pardo-90

Em F<sub>1</sub>, as plantas possuíam vagens de côr púrpura-escura (2,5R 3/2) e flôres violetas ligeiramente mais claras que as dos progenitores de sementes pretas (standarte 10 P 5/10 e asas 10 P 6/8). O quadro 10 dá os resultados obtidos na geração F<sub>2</sub>, mostrando que não houve boa concordância entre as relações obtidas e esperadas. Como a variedade Pardo-90 tem o genótipo RoRov<sub>lae</sub>v<sub>lae</sub>, ou seja, flôres rosas e vagens vermelhas, e os feijões pretos o genótipo RoRoVV, só pôde haver segregação para côr das flôres, ocorrendo, porém, a modificação da côr vermelha das vagens para púrpura-escura, quando as plantas possuíam flôres violetas. O quadro 11 dá as segregações observadas nas famílias heterozigóticas F<sub>3</sub>. O valor de  $\chi^2$  para as famílias correspondentes ao cruzamento Prêto-209 x Pardo-90 foi significativo, por causa da falta de indivíduos RoRov<sub>lae</sub>v<sub>lae</sub>, mas o  $\chi^2$  para he-

terogeneidade não foi significativo, sugerindo que tôdas as famílias  $F_3$  são homogêneas com respeito à razão de segregação 3:1.

#### 4. SUMÁRIO E CONCLUSÕES

No presente estudo genético foram empregadas as seguintes variedades de Phaseolus vulgaris: Prêto-146 e Prêto-209, ambas com vagens de cor púrpura-escura e flôres violetas; Pardo-90, com vagens vermelhas e flôres rosas; Roxão, com vagens também vermelhas, mas com flôres brancas; e Manteigão-Fôsko-11, de vagens amarelas e flôres de cor branca. As cores das vagens foram observadas imediatamente antes do início do processo da secagem, isto é, quando as plantas atingiam a idade de 70 a 80 dias. O feijão Manteigão-Fôsko-11 não é do tipo "wax bean", pois suas vagens são verdes e só adquirem a cor amarela na mencionada idade.

Essas variedades foram cruzadas entre si e nas gerações  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  estudou-se a segregação das cores das vagens, correlacionando-as com as cores das flôres. Descobriu-se, assim, que o gene V, que condiciona a cor violeta das flôres, modifica a ação de um gene para coloração vermelha das vagens, aqui denominado Ro, porque talvez se trate do mesmo gene para coloração de vagens já descoberto por LAMPRECHT (1951). Os genótipos Ro-V- produzem plantas com flôres violetas e vagens de cor púrpura-escura, enquanto os genótipos roroV- produzem plantas com flôres violetas, mas as vagens possuem estrias violáceas sobre fundo amarelo. Os alelos v e v<sup>lae</sup>, para cor branca e rosa das flôres, respectivamente, não possuem nenhum efeito na coloração das vagens. Destarte, v e v<sup>lae</sup> junto com Ro produzem vagens vermelhas, e com ro vagens amarelas.

#### 5. SUMMARY

(Title: Inheritance of pod color in Phaseolus vulgaris L.)

In the present genetic study, five varieties of dry beans were used: Prêto-146 and Prêto-209, both with dark purple pods and violet flowers; Pardo-90, with red pods and pink flowers; Roxão, with red pods and white flowers; and Manteigão-Fôsko-11, with yellow pods and white flowers. The pod

colors were observed immediately before they began to ripen when the plants were 70 to 80 days old. Thus, Manteigão-Fôsko-11 is not considered a wax bean type since its pods are green and only change to yellow at maturity.

From crosses between these varieties, the segregation of pod color and flower color was studied in the  $F_1$ ,  $F_2$ , and  $F_3$  generation. It was found that gene V, which governs the violet flower color, modifies the action of a gene for red pod color, here designated Ro because of its similarity to the pod color gene described by LAMPRECHT (1951). The genotypes Ro-V- produce plants with dark purple pods and violet flowers, while the genotypes roroV- produce plants having yellow pods with violet stripes and violet flowers. The alleles for flower color, v for white and v<sup>lae</sup> for pink, do not affect pod color. Consequently, v or v<sup>lae</sup> together with Ro produces red pods and with ro, yellow pods.

#### 6. LITERATURA CITADA

- CURRENCE, T. M. 1931. A new pod color in snap beans. Jour. Hered. 22: 21-23.
- KOOIMAN, H. N. 1931. Monograph on the genetics of *Phaseolus*. Bibliografia Genetica 8: 295-409.
- LAMPRECHT, H. 1936. Zur Genetik von *Phaseolus vulgaris*. XII. Über die Vererbung der Blüten-und Stammfarbe. Hereditas 21: 129-166.
- LAMPRECHT, H. 1951. Über die Vererbung der roten Hülsenfarbe bei *Phaseolus vulgaris*. Agri. Hort. Genetica 9: 84-87.
- MUNSELL Book of Color. 1957. Baltimore, Munsell Color Co.

QUADRO 1 - Variedades de feijão utilizadas no presente estudo, com as respectivas cores das flores, vagens e sementes

Variedade	Côr das flores		Côr das vagens		Côr das sementes
	Côr	Notação <sup>(1)</sup>	Côr	Notação <sup>(11)</sup>	
Prêto-146	Violeta	10 P 4/10 10 P 5/8	Púrpura-escura	7,5 RP 3/2	Preta
Prêto-209	Violeta	10 P 4/10	Púrpura-escura	7,5 RP 3/2	Preta
Pardo-90	Rosa	10 P 5/8 10 P 7/8	Vermelha	2,5 R 5/8	Parda
Roxão	Branca	10 P 6/8	Vermelha	2,5 R 5/5	Arroxçada
Manteigão-Fôsko-11	Branca		Amarela <sup>(111)</sup>	2,5 Y 8/8	"Mulatinho"

(<sup>1</sup>) Respectivamente, do estandarte e das asas, utilizando-se o Munsell Book of Color (1957).

(<sup>11</sup>) Imediatamente antes do início do processo de seca, usando-se o mesmo livro de cores.

(<sup>111</sup>) Vagens verdes que só adquirem esta cor no início do processo de amadurecimento.

QUADRO 2 - Côr das flores e das vagens na geração F<sub>2</sub> do cruzamento Prêto-146 x Manteigão-Fôsko-11

	Flor violeta e vagem pura-escura	Flor violeta e vagem verde melha	Flor branca e vagem verde melha	Flor branca e vagem amarela	Probabilidade
Obs.	26	9	10	3	
Exp. (9:3:3:1)	27	9	9	3	
					$\chi^2$
					0,1481
					0,99-0,98

QUADRO 3 - Famílias F<sub>3</sub> do cruzamento Prêto-146 x Manteigão-Fôsko-11

Genótipo em F <sub>2</sub>	Nº de famílias F <sub>3</sub>	Observado e Esperado	Segregação em F <sub>3</sub>				Probabilidade	Heterogeneidade $\chi^2$	P	
			Flor violeta e vagem pura-escura Ro-V	Flor violeta e vagem amarela com estrias violetáceas roroV	Flor branca e vagem vermelha Ro-vv	Flor branca e vagem amarela roroVv				
			$\chi^2$							
RoroVv	15	Obs. Esp. (9:3:3:1)	370 343,125	111 114,375	103 114,375	26 38,125	7,1924	0,10-0,05	38,3435	0,75-0,50
RoroVV	2	Obs. Esp. (3:1)	32 33,75	13 11,25			0,3630	0,70-0,50	0,1391	0,80-0,70
roroVv	2	Obs. Esp. (3:1)		22 23,25		9 7,75	0,2688	0,70-0,50	0,1698	0,70-0,50
RoRoVv	5	Obs. Esp. (3:1)	71 76,5		31 25,5		1,5817	0,30-0,20	7,7408	0,20-0,10
Rorovv	3	Obs. Esp. (3:1)			67 65,25	20 21,75	0,1877	0,70-0,50	0,2662	0,90-0,80

QUADRO 4 - CÔr das flores e das vagens na geração F<sub>2</sub> do cruzamento Manteigão-Fôsko-11 x Pardo-90

Obs. Esp. (9:3:3:1)	Flor rosa e vagem vermelha		Flor branca e vagem amarela		Probabilidade
	15 20,25	6 6,75	11 6,75	4 2,25	
					$\chi^2$
					5,4814
					0,20-0,10

QUADRO 5 - Famílias F<sub>3</sub> do cruzamento Manteigão-Fôsko-11 x Pardo-90

Genótipo em F <sub>2</sub>	Nº de famílias F <sub>3</sub>	Observado e Esperado	Segregação em F <sub>3</sub>						$\chi^2$	Heterogeneidade	
			Flor rosa e vagem vermelha - Ro-viae		Flor branca e vagem amarela - ro-rrv		Flor branca e vagem amarela - ro-rrv	Probabilidade		$\chi^2$	P
			Flor rosa e vagem vermelha - Ro-viae	Flor rosa e vagem amarela - ro-rrv	Flor branca e vagem vermelha - ro-rrv	Flor branca e vagem amarela - ro-rrv					
<u>Rorovlaev</u>	2	Obs. 16 Esp. (9:3:3:1) 18	8	6	5	3	1,5556	0,70-0,50	1,4331	0,70-0,50	
<u>Rorovlaevlae</u>	3	Obs. 27 Esp. (3:1) 25,5	7	8,5	6	2	0,3529	0,70-0,50	1,6020	0,50-0,30	
<u>RoRovlaev</u>	5	Obs. 75 Esp. (3:1) 68,25	16	22,75	16		2,6703	0,20-0,10	0,5862	0,98-0,95	
<u>rorovlaev</u>	6	Obs. 80 Esp. (3:1) 83,25	80		74	31	0,5075	0,50-0,30	0,4854	> 0,99	
<u>Rorovv</u>	6	Obs. 78 Esp. (3:1) 78	83,25		78	26	0,8205	0,50-0,30	3,8779	0,70-0,50	

QUADRO 6 - Cor das flores e das vagens na geração F<sub>3</sub> dos cruzamentos Roxão x Preto e Roxão x Preto-209

Obs. Esp. (3:1)	Flor violeta e vagem púrpura-escura	Flor branca e vagem vermelha	$\chi^2$	Probabilidade	
				Roxão x Preto - 146	Roxão x Preto - 209
36 30,75			3,5854	0,10-0,05	
38 36,75			0,1701	0,70-0,50	

QUADRO 7 - Famílias F<sub>3</sub> dos cruzamentos Roxão x Prêto-146 e Roxão x Prêto-209, provenientes de plantas RoRoVv

Nº de famílias	Observado e Esperado	Segregação em F <sub>3</sub>		Probabilidade	Heterogeneidade	
		Flor violeta e vagem púrpura - escura <u>RoRoV -</u>	Flor branca e vagem verde - melha <u>RoRovv</u>		$\chi^2$	P
		Roxão x Prêto-146				
20	Obs. 368 Esp. (3:1) 352,5	102	2,7263	0,10-0,05	15,4695	0,70-0,50
		117,5				
		Roxão x Prêto-209				
25	Obs. 558 Esp. (3:1) 547,5	172	0,8055	0,50-0,30	13,8881	0,95-0,90
		182,5				

QUADRO 8 - Côr das flôres e das vagens na geração F<sub>2</sub> do cruzamento Roxão x Manteigão - Fôsc0-11

Obs. Esp. (3:1)	Flor branca e vagem vermelha		Flor branca e vagem amarela		Probabilidade
	va	va	va	va	
	21	10	7,75	0,8710	0,50-0,30
	23,25				

QUADRO 9 - Famílias F<sub>3</sub> do cruzamentos Roxão x Manteigão-Fôscó-11, oriundas de plantas Rorovy

Nº de famílias	Observado e Esperado	Segregação em F <sub>3</sub>		$\chi^2$	Probabilidade	Heterogeneidade	
		Flor branca e vagem vermelha Ro-vv	Flor branca e vagem amarelada rorovy			$\chi^2$	P
16	Obs. 227 Esp. (3:1) 222,75	70	74,25	0,3244	0,70-0,50	7,6934	0,95-0,90

QUADRO 10 - Côr das flôres e das vagens na geração F<sub>2</sub> dos cruzamentos Prêto-146 x Pardo-90 e Prêto-209 x Pardo-90

Obs. Esp. (3:1)	Prêto-146 x Pardo-90		$\chi^2$	Probabilidade de
	Flor violeta e vagem púrpura - escura	Flor rosa e vagem vermelha		
96 85,5	18	28,5	5,1579	0,05-0,02
61 50,25	Prêto-209 x Pardo-90		9,1990	< 0,01

QUADRO 11 - Famílias F<sub>3</sub> dos cruzamentos Prêto-146 x Pardo-90 e Prêto-209 x Pardo-90, provenientes de plantas RoRov<sub>v</sub>lae

Nº de famílias	Observado e Esperado	Segregação em F <sub>3</sub>		$\chi^2$	Probabilidade	Heterogeneidade	
		Flor violeta e vagem purpura-escuro <u>RoRov-</u>	Flor rosa e vagem vermelha <u>RoRov<sub>v</sub>lae</u>			$\chi^2$	P
		Prêto-146 x Pardo-90					
39	Obs. 655	655	196	1,7583	0,20-0,10	22,1053	>0,99
	Esp. (3:1) 638,25	638,25	212,75				
		Prêto-209 x Pardo-90					
27	Obs. 411	411	106	5,5764	0,02-0,01	11,2301	>0,99
	Esp. (3:1) 387,75	387,75	129,25				