

SIMON A. ORTEGA IBARRA  
Engenheiro Agrônomo

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA HERANÇA DO HABITO  
DE CRESCIMENTO EM PHASEOLUS VULGARIS L.

Tese apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", da  
Universidade de São Paulo, para obten  
ção do título de Magister Scientiae.

Maio de 1966  
PIRACICABA - ESTADO DE SÃO PAULO  
Brasil

ERRATA

<u>Página</u>	<u>Linha</u>	<u>Onde se lê</u>	<u>Leia-se</u>
6	26	conclue	conclui
6	28	fateres	fatôres
7	1	fateres	fatôres
18	18	gen	gene
23	9	grau de dominância	grau médio de dominância
30	19	retrocruzamento	retrocruzamentos
33	5	fateres	fatôres

Quadro

16	VIII	1.558,16	1.758,16
16	VIII	1.226.206,62	1.266.206,62
18	XI (B vs. C)	32,91	32,75
24	XVII	-3,16***	-3,16**
27	XXI	-3,33***	-3,33**
27	XXI	-3,25***	-3,25**

## INDICE

	<u>Página</u>
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
3 - MATERIAL E METODO.....	12
3.1 - Material.....	12
3.2 - Método.....	13
4 - RESULTADOS.....	20
4.1 - Determinação do coeficiente de herdabilidade e do grau médio de dominância.....	20
4.2 - Análise mendeliana.....	27
5 - DISCUSSÃO.....	32
6 - RESUMO E CONCLUSÕES.....	35
7 - BIBLIOGRAFIA.....	36
AGRADECIMENTOS.....	38
HISTOGRAMAS.....	39
DADOS EXPERIMENTAIS.....	42

## 1. INTRODUÇÃO

A herança do hábito de crescimento do feijoeiro tem sido estudada por diversos autores desde o início do século até o presente, sem contudo, ter sido solucionado o problema de forma definitiva em todos os seus aspectos. Isso se prende, provavelmente, à sua complexidade, pois na expressão daquele toma parte uma série de outros caracteres tais como: posição axilar ou terminal da inflorescência, hábito trepador ou não trepador e comprimento da haste principal.

Encarando a questão em um ou mais dos seus aspectos, os diferentes autores, pesquisando a respeito, resolveram-na de modo satisfatório, no tocante à detecção dos genes principais responsáveis pela herança do hábito de crescimento. Entretanto, poucas conclusões seguras foram obtidas em relação à natureza e correspondentes variâncias genéticas do complexo gênico controlador do caráter comprimento da haste principal. Assim, por exemplo, foi assinalada a possibilidade da presença de genes quantitativos, de fatores polímeros e fatores de ação menor influenciando, de uma forma ou de outra, na expressão de um gene principal. Essa discordância entre os pontos de vista dos diferentes autores, atesta a dificuldade por eles encontrada na elucidação completa do tipo de herança do referido caráter.

Em vista do exposto, nosso trabalho foi orientado no sentido de se estudar, de forma a mais completa possível, o tipo de herança do caráter mencionado, esperando pela utilização, na pesquisa, dos recursos atuais da experimentação e da análise estatística, que novos resultados nos pudessem levar à conclusões mais consistentes e, deste modo eliminar as dúvidas surgidas.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

EMERSON (1904), fez cruzamentos entre plantas de hábito indeterminado e plantas de hábito determinado, comprovando a presença de segregação monofatorial, ou seja 3 plantas de hábito de crescimento indeterminado para 1 planta de hábito de crescimento determinado. EMERSON chamou êste caráter de posição axilar ou terminal da inflorescência.

TSCHERMAK (1904, 1912), citado por KOOIMAN (1931), forneceu alguns dados dos quais discordam muitas observações feitas posteriormente por outros autores. Num cruzamento entre duas variedades de feijão de hábito determinado e indeterminado, observou o autor na geração  $F_1$ , plantas de altura menor que o pai indeterminado. Na geração  $F_2$  observou 45 plantas altas de hábito de crescimento indeterminado, 11 plantas intermediárias e 28 plantas baixas de hábito de crescimento determinado. Na geração  $F_3$ , cada progênie foi plantada separadamente observando-se uma segregação dentro das mesmas 3 classes antes citadas, tanto para as progênies de plantas de hábito indeterminado como as originais de plantas de hábito determinado. Para explicar êsse fato TSCHERMAK pensou na existência de dois ou mais genes controlando o caráter.

NORTON (1915), para estudar o hábito de crescimento no feijoeiro, fez o cruzamento entre a variedade "Red Chili" de ramos finos, bem eretos, de hábito de crescimento determinado, com a variedade "Golden Dawn" que possui ramos horizontais, de hábito de crescimento indeterminado.

Na geração  $F_2$  dêste cruzamento, embora não tenham sido mantidas estritamente as proporções mendelianas, ocorreu segregação e recombinação para 3 pares de fatores. Foram separadas plantas eretas, de porte baixo e com ramos horizontais e plantas altas, com ramos eretos e mais grossos. Outras combinações dos caracteres deram formas intermediárias, as quais não foram agrupadas nessas classes devido ao comprimento da haste principal apresentar diferentes graus de desenvolvimento entre os limites superior do pai indeterminado e inferior do pai determinado.

O hábito de crescimento de tôdas as variedades de feijão pode ser definido levando-se em consideração êsses 3 pares de fatores.

O Quadro I mostra uma classificação das variedades de acôrdo com a presença de forma dominante ou recessiva dos caracteres mencionados.

NORTON (1915), designou o primeiro par de genes com o símbolo A-a, responsável pela posição axilare terminal da inflorescência respectivamente. O outro caráter o autor chamou de comprimento da haste e adotou o símbolo L-l, correspondendo à haste comprida e curta respectivamente. Finalmente foi escolhido o símbolo T-t para indicar o hábito trepador e não trepador.

NORTON (1915), em comum acôrdo com outros autores, constatou os seguin

tes tipos de ação gênica: inflorescência axilar dominante sobre inflorescência terminal; haste principal longa dominante sobre haste principal curta e hábito trepador dominante sobre hábito não trepador.

Quadro I

Tipos	Genótipo	Fenótipo
a	AALLTT	Hábito indeterminado, planta trepadora
b	AALLtt	Hábito indeterminado, planta rasteira
c	AAllTT	Hábito indeterminado, planta trepadora, haste curta
d	AAlltt	Semi-rasteira
e1	aaLLTT	Forma intermediária com ramos longos e estendidos
e2	aaLLtt	" " " " " " "
f1	aallTT	Hábito determinado, planta ereta, porte baixo
f2	aalltt	" " " " "

O autor conclui que o tipo (b), é muito semelhante ao tipo (a), sendo que apenas o hábito de trepar não foi desenvolvido.

O tipo (c), apresenta o hábito de trepar mais ou menos desenvolvido.

O tipo (d), são plantas semi rasteiras que apresentam hastes mais curtas que as rasteiras propriamente ditas.

O tipo (e), está integrado por plantas intermediárias, conhecidas na literatura como rasteiras de inflorescência terminal.

O tipo (f), são as plantas típicas de hábito determinado, bem eretas e, de porte baixo.

Nêste mesmo trabalho, o autor separou algumas plantas consideradas como representantes típicas de seu grupo, com as quais fez cruzamentos, chegando às seguintes conclusões:

1 - O hábito de crescimento no feijoeiro é principalmente determinado pela presença de 3 pares de fatores, identificados com os símbolos A, L e T. O símbolo A indica presença de inflorescência axilar a qual determina o crescimento indeterminado da haste principal da planta e ramos secundários. O alelo a é responsável pela presença de inflorescência terminal, dando origem ao crescimento determinado.

2 - O comprimento da haste, importante caráter que influencia o hábito de crescimento é provavelmente governado por uma série de 2 ou mais genes  $L_1$ ,  $L_2$ , etc. que êle chamou de "fatores polímeros".

3 - O hábito trepador é controlado por um par de alelos T-t. A causa da presença de vários graus de intensidade no hábito de trepar, não foi determi

nada com exatidão.

4 - Os fatores A, L e T podem estar presentes em quaisquer combinações, originando assim vários tipos de hábitos.

EMERSON (1916), atribue os resultados obtidos por TSCHERMAK (1904 - 1912), como uma consequência do fato de este último autor não ter feito uma análise da origem das diferenças existentes entre altura de planta e hábito de crescimento.

O autor, para analisar melhor o problema partiu de que as diferenças entre altura de planta nas diferentes variedades são devidas no mínimo a 3 causas principais:

1 - A planta de hábito de crescimento determinado tem um crescimento limitado. Isso é devido a presença de inflorescência terminal, que estaciona o crescimento da planta, a qual, em consequência disso passa a ter número reduzido de internódios, geralmente entre 4 e 8.

A planta com hábito de crescimento indeterminado apresenta um número grande de internódios. O número de internódios e seu comprimento variam com as condições externas de ambiente. Não existe inflorescência terminal.

Neste trabalho foram cruzadas duas variedades, uma representante típica da classe hábito determinado, e outra da classe indeterminado. Na geração  $F_1$  foram obtidas 948 plantas de hábito de crescimento indeterminado. Na geração  $F_2$ , de um total de 1104 plantas obtidas, 832 apresentaram hábito de crescimento indeterminado, sendo as 272 restantes de hábito de crescimento determinado; mostrando desta forma uma segregação típica 3:1.

2 - O número de internódios no feijoeiro de hábito de crescimento indeterminado, depende principalmente das condições externas do ambiente. Conforme varia o ambiente, assim varia também o número de internódios nas diferentes variedades. No feijoeiro de hábito de crescimento determinado, o número de internódios é muito pouco influenciado pelas condições externas de ambiente. A tendência a produzir grande número de internódios é abolida ou encoberta pela presença do hábito determinado.

O Quadro II mostra alguns resultados de EMERSON (1916), relacionados ao número de internódios e referentes aos cruzamentos de 4 variedades: Red Marrow e Triumph, de hábito de crescimento determinado; July e Snowflake, de hábito de crescimento indeterminado.

O alto número de internódios da geração  $F_1$  do cruzamento Triumph x Snowflake, é devido, segundo EMERSON, à presença de ação sobredominante ou heterótica.

Quadro II

Cruzamento	Média dos Pais	Média do F <sub>1</sub>	Média do F <sub>2</sub> Plantas In <sub>2</sub> determinadas	Média do F <sub>2</sub> Plantas Determinadas
Red Marrow	5,78 ± 0,05			
Triumph	5,98 ± 0,04			
Snowflake	20,48 ± 0,44			
July	27,82 ± 0,55			
Red Marrow x Snowflake		26,56 ± 0,48	26,31 ± 0,47	5,45 ± 0,16
Red Marrow x July		26,00 ± 0,74	--	6,13 ± 0,14
Triumph x Snowflake		31,36 ± 0,59	23,32 ± 0,54	5,69 ± 0,13
Triumph x July		--	--	5,90 ± 0,11

3 - O comprimento dos internódios é maior nas plantas de hábito indeterminado que nas plantas de hábito determinado. O autor mostrou que o comprimento dos internódios nas plantas de hábito determinado está influenciado pela paralização precoce do crescimento da haste principal, sendo o método melhor de testar o comprimento exato dos internódios, em planta de hábito determinado, cruzar plantas de hábito determinado com plantas de hábito indeterminado e comparar posteriormente o comprimento dos internódios da geração F<sub>2</sub>, com o comprimento dos internódios do pai de hábito de crescimento indeterminado.

EMERSON (1916), não levou em consideração as formas intermediárias para comprimento da haste principal.

Finalmente, EMERSON (1916), concorda com NORTON (1915), na presença de 3 pares de genes controlando o hábito de crescimento e considera a possibilidade da existência de vários fatores controlando o comprimento da haste principal, o que representaria um tipo de herança quantitativa. Esta conclusão foi tirada do fato de muitas plantas na geração F<sub>2</sub> apresentarem um grau de variação muito grande relativo ao comprimento da haste principal.

SURFACE (1916), observou a relação existente entre a cor do hilo da semente e o tipo de hábito de crescimento, chegando à conclusão que, quando a semente possui hilo amarelo, o hábito de crescimento é, com poucas exceções, do tipo determinado. O mesmo autor chamou os tipos rasteiros de trepadores curtos, os quais, são altamente influenciados pelas condições ambientais, chegando em casos extremos a não mostrar o hábito de crescimento indeterminado devido ao fato do crescimento ser detido num estado precoce da planta por condições não favoráveis do ambiente.

MC.ROSTIE (1919) e TJEBBES e KOOIMAN (1921), citados por KOOIMAN (1931),



acharam segregação simples 3:1 para plantas de hábito de crescimento indeterminado e hábito de crescimento determinado, respectivamente.

FRUWIRTH (1924) observou que na grande maioria dos casos, a tendência de hábito de crescimento indeterminado é um caráter próprio das variedades, sendo que, muitas vezes as plantas requerem condições muito favoráveis de ambiente para expressar o fenótipo indeterminado.

TEN DOORNKAAT KOOLMAN (1927), fez cruzamentos entre variedades dos dois tipos de hábito de crescimento e encontrou os seguintes dados: na geração  $F_2$  foram separadas 1013 plantas de hábito indeterminado e 292 plantas de hábito de crescimento determinado, que corresponde aproximadamente à proporção simples de 3:1. O autor explicou o excesso de plantas de hábito de crescimento indeterminado, pela probabilidade que existe de certos tipos de hábito determinado a enroscar ou trepar sob determinadas condições especiais de ambiente. O autor observou o comprimento da haste principal das plantas de hábito indeterminado, o qual variava muito de uma planta segregante para outra; sendo que nenhuma conclusão foi feita neste caso.

KOOIMAN (1931), fez algumas observações relacionadas com o hábito de crescimento do feijoeiro. Ele distinguiu perfeitamente dois hábitos de crescimento: a) um grupo formado por plantas eretas, resistentes ao tombamento pela ação do vento, de pouca altura e inflorescência terminal, correspondente ao tipo de hábito determinado e, b) outro grupo formado por plantas de internódios longos, hábito trepador ou prostrado e presença de inflorescência axilar; correspondente ao tipo de hábito indeterminado e, observou a existência de uma série de tipos intermediários, os quais, apresentam muita variabilidade no que se refere ao comprimento e número dos internódios.

KOOIMAN, conclue que a diferença principal entre plantas de hábito de crescimento indeterminado e plantas de hábito de crescimento determinado, é devida à presença do fator A e seu alelo a, sendo que uma série de fatores menores poderão influenciar principalmente o comprimento da haste principal e, com isto, originar vários tipos de plantas.

PRAKKEN (1937), classificou as plantas de hábito de crescimento indeterminado em altas e baixas; em ambos os tipos o autor observou a presença de plantas de hábito trepador, plantas rasteiras e plantas intermediárias. Foram utilizados os mesmos símbolos usados por NORTON (1915), L-1 para comprimento da haste principal e T-t para indicar o hábito trepador e não trepador respectivamente.

PRAKKEN, fez uma análise para determinar a presença de ligação genética entre os seguintes pares de fatores: A-a, hábito de crescimento indeterminado e determinado; St-st, consistência da fibra da vagem; To-to, flexibilidade da parede da vagem e, sete pares de fatores que controlam a coloração do pericárpio da semente. A conclusão a qual o autor chegou foi, que não existe nenhu

ma ligação entre o fator A e os pares de fatores antes citados, sendo a segregação entre eles totalmente independente.

LAMPRECHT (1947), fêz uma série de observações relacionadas com os trabalhos publicados por EMERSON (1904) e NORTON (1915). Com respeito ao trabalho de EMERSON, diz que a terminologia usada ao denominar o caráter que controla o hábito de crescimento determinado ou indeterminado como sendo posição terminal e axilar da inflorescência, não foi a mais adequada, já que, o tipo de planta de hábito determinado, porte baixo, possui vagens em posição axilar, mas simultaneamente apresenta uma ou duas vagens terminais. Para LAMPRECHT a diferença básica ou fundamental entre plantas de hábito de crescimento determinado e indeterminado, está na presença de crescimento finito ou infinito da haste principal.

Referindo-se aos símbolos A-a, L-l e T-t, usados por NORTON (1915), para hábito de crescimento, comprimento da haste principal e hábito trepador respectivamente, diz o seguinte: "NORTON não explicou o porque do emprêgo do símbolo A-a para hábito de crescimento indeterminado ou determinado, sendo que, êsse mesmo símbolo já tinha sido usado para outros caracteres por outros autores, no começo do mendelismo". Para LAMPRECHT, apenas o símbolo L-l está de acôrdo com o caráter que representa. O símbolo T-t usado por NORTON para indicar a presença ou ausência de hábito trepador, já fora usado por EMERSON (1909), para pigmentação total do tegumento da semente. Mesmo NORTON e SHAW (1918), usaram o símbolo T-t para pigmentação do tegumento da semente. LAMPRECHT, propôs o emprêgo do símbolo Fin-fin (de finites) para o gene que controla hábito de crescimento indeterminado e determinado. No lugar de usar o símbolo T-t para hábito trepador, LAMPRECHT propôs o uso do símbolo Tor-tor (de torquere = to climb).

Os símbolos para os três pares de fatores ficariam da forma seguinte:

Fin-fin = crescimento indeterminado e determinado.

L-l = internódios compridos e curtos.

Tor-tor = hábito trepador e não trepador.

Acrescenta LAMPRECHT (1947), que a herança dos dois últimos caracteres, comprimento da haste principal e hábito trepador, assim como também a ação conjunta dos genes responsáveis por êsses caracteres, não tem sido suficientemente estudados até o presente.

FRAZIER et al. (1958), fizeram cruzamento entre variedades de hábito de crescimento indeterminado e variedades de hábito de crescimento determinado, com a finalidade de estudar a herança do hábito de crescimento.

As progênies segregantes na geração  $F_2$  dêsses cruzamentos foram agrupadas em duas classes: hábito de crescimento determinado e indeterminado. Por sua vez, as plantas de hábito de crescimento determinado foram classificadas em dois grupos: bem eretas e prostradas.

Segundo os autores, os dados analisados no Quadro III mostram que o há

bito de crescimento determinado e indeterminado é governado por um fator mendeliano simples.

O Quadro III mostra a análise da segregação para crescimento determinado e indeterminado na geração  $F_2$  do cruzamento entre a variedade Blue Lake de hábito indeterminado com variedades de crescimento determinado.

Quadro III

Cruzamento	Observ. Esperado	Plantas Segregantes		Total	$\chi^2$	Valor "p"
		Indeterm.	Determ.			
Blue Lake (ind.) x Blue Lake (det.)	Obs. esp.(3:1)	826 821,25	269 273,75	1095 1095	0,109	0,7-0,8
Seminole (det.) x Blue Lake (ind.)	Obs. esp. (3:1)	1807 1791	581 597	2388 2388	0,572	0,3-0,5
O.S.C.186 (det.)x Blue Lake (ind.)	Obs. esp. (3:1)	1097 1090	356 363	1453 1453	0,180	0,5-0,7

A segregação para tipos bem eretos foi mais difícil de identificar. Na geração  $F_2$  dos 3 cruzamentos que aparecem no Quadro IV, em dois deles aparecem plantas bem eretas, na proporção de 1 em 64. No outro cruzamento, Seminole x Blue Lake, este tipo de planta foi muito raro. Embora a classificação feita seja um tanto arbitrária e sem apresentar limites bem definidos, os dados analisados indicaram que no mínimo é necessária a presença de três genes recessivos ou então, muitos genes de ação menor para recobrar o caráter bem ereto do hábito de crescimento determinado.

O Quadro IV mostra a análise da segregação na geração  $F_2$  para hábito bem ereto, contra hábito indeterminado e prostrado.

Quadro IV

Cruzamento	Observ. Esperado	Plantas Segregantes		Total	$\chi^2$	Valor "p"
		Indeterm. e Prostradas	Determ.			
Blue Lake (ind.) x Blue Lake (det.)	Obs. esp.(63:1)	1077 1079,45	18 15,55	1095 1095	0,391	0,5-0,7
Seminole (det.) x Blue Lake (ind.)	Obs. esp.(63:1)	2372 2351	16 37	2388 2388	12,126	<0,01
O.S.C.186(det.) x Blue Lake (ind.)	Obs. esp.(63:1)	1433 1431	20 22	1453 1453	0,184	0,5-0,7

Dentro das 269 famílias de plantas de crescimento determinado segregantes na geração  $F_3$  do cruzamento Blue Lake (ind.) x Blue Lake (det.), 20 famílias apresentaram um tipo de planta bastante pequeno que foi denominado "anão". Essas plantas apresentaram as seguintes características: haste principal curta, 1 ou 2 internódios, poucas fôlhas e, número relativamente pequeno de vagens deformadas.

Este caráter que condiciona o tipo de planta anão, parece ser controlado por três genes recessivos principais já que a análise de dados obtidos do cruzamento entre variedades dos dois tipos de hábito de crescimento revelou um valor de  $\chi^2 = 0,498$ .

COYNE (1965), fêz cruzamentos entre variedades de hábito de crescimento indeterminado com variedades de hábito de crescimento determinado com a finalidade de estudar o caráter altura da planta. Ele procurou determinar se ocorreria ação heterótica na geração  $F_1$  desses cruzamentos. Para êsse fim o autor considerou que os componentes da altura da planta são número de internódios e comprimento dos mesmos. Muitas vêzes a base genética da heterosis para um determinado caráter pode ser explicada por um efeito multiplicativo dos componentes da interação que neste caso, para altura de planta seriam: comprimento e número dos internódios.

Neste trabalho foram utilizadas 3 variedades de feijão: variedade PI209806 de hábito de crescimento indeterminado, a qual apresenta grande número de internódios; a variedade Nebraska 1 também de hábito indeterminado, mas com internódios de comprimento em média maior que a variedade PI209806; e por último a variedade Dark Red Kidney de hábito de crescimento determinado com pequeno número de internódios e com comprimento em média muito semelhantes à variedade Nebraska 1.

A variedade PI209806 possui maior número de internódios que a variedade Nebraska 1. Na geração  $F_1$  do cruzamento entre estas duas variedades foi observada ação heterótica para altura de planta, como pode ser observado no Quadro V. Para os componentes comprimento e número de internódios não foi observada a presença de ação heterótica individual, mas foi observado dominância para ambos os componentes.

O Quadro V representa as médias e desvios padrão para altura de plantas, comprimento dos internódios, ambos expressos em centímetros e número de internódios, das gerações paternas e  $F_1$ , do cruzamento entre PI209806 ( $P_1$ ) x Nebraska 1 ( $P_2$ ).

A base genética da heterose para o caráter altura de planta no feijoeiro, pode ser explicada por uma ação multiplicativa da interação formada pelos componentes: comprimento e número dos internódios.

Quadro V

Geração	Caráter Estudado	Nº de plantas	Média $\pm$ Erro	Teste "t"	
				Comparação g.l.	Valor "t"
P <sub>1</sub>	Alt.planta	52	116,1 $\pm$ 0,32	F <sub>1</sub> v.s P <sub>1</sub>	-- 2,03 <sup>+</sup>
P <sub>2</sub>	" "	54	114,4 $\pm$ 4,2	F <sub>1</sub> v.s P <sub>2</sub>	89 7,09 <sup>++</sup>
F <sub>1</sub>	" "	37	161,9 $\pm$ 5,6	P <sub>1</sub> v.s P <sub>2</sub>	-- 0,40
P <sub>1</sub>	Nº intern.	52	24,2 $\pm$ 0,68	F <sub>1</sub> v.s P <sub>1</sub>	87 0,43
P <sub>2</sub>	" "	54	17,3 $\pm$ 0,63	F <sub>1</sub> v.s P <sub>2</sub>	89 6,99 <sup>++</sup>
F <sub>1</sub>	" "	37	23,8 $\pm$ 0,67	P <sub>1</sub> v.s P <sub>2</sub>	104 7,50 <sup>++</sup>
P <sub>1</sub>	Comp. int.	52	4,9 $\pm$ 0,13	F <sub>1</sub> v.s P <sub>1</sub>	87 10,27 <sup>++</sup>
P <sub>2</sub>	" "	54	6,6 $\pm$ 0,19	F <sub>1</sub> v.s P <sub>2</sub>	89 0,80
F <sub>1</sub>	" "	37	6,8 $\pm$ 0,13	P <sub>2</sub> v.s P <sub>1</sub>	104 7,39 <sup>++</sup>

Uma observação foi feita em relação ao comprimento dos internódios da variedade PI209806, os quais comportam-se uniformemente ao longo de toda a planta. Não sendo assim na variedade Nebraska 1, a qual mostrou sempre um acréscimo a partir do segundo até o nono internódio, começando a diminuir o tamanho a partir do décimo primeiro internódio.

No Quadro VI pode-se observar os resultados do segundo cruzamento entre a variedade Nebraska 1 com a variedade Dark Red Kidney. A variedade Nebraska 1 apresenta maior número de internódios e é significativamente mais alta que a variedade Dark Red Kidney. Em relação ao valor médio do comprimento dos internódios, não houve diferença entre estas duas variedades.

A geração F<sub>1</sub> deste cruzamento mostrou ação sobredominante para o caráter altura de planta e também para a componente número de internódios do mesmo caráter; para a componente comprimento médio dos internódios não houve nenhuma diferença, assim é muito provável que a heterose do caráter altura de planta seja devida à heterose de um só de seus componentes.

Por outra parte, o autor deduz que a variedade Dark Red Kidney pode ter um potencial genético alto para número de internódios, mas não se manifesta devido à presença em homozigose, do gen que controla o hábito de crescimento determinado da planta. Assim pois, a heterose para número de internódios não se deve a efeito sobredominante, ou a efeito da interação gênica, mas deve-se ao

fato de que o gene que controla o número grande de internódios se comporta como recessivo na presença do gene que controla hábito de crescimento determinado, passando esse mesmo gene a ser dominante quando em presença do gene que controla hábito indeterminado, como é o caso da geração  $F_1$ .

O Quadro VI representa as médias e desvios padrão para altura de planta, comprimento dos internódios em centímetros e, número de internódios nas gerações paternas e  $F_1$  do cruzamento Dark Red Kidney ( $P_1$ ) x Nebraska 1 ( $P_2$ ).

Quadro VI

Geração	Caráter Estudado	Nº de plantas	Média $\pm$ Erro	Teste "t"	
				Comparação	g.l. Valor "t"
$P_1$	Alt.planta	50	38,6 $\pm$ 2,13	$F_1$ v.s $P_2$	108 5,39 <sup>++</sup>
$P_2$	" "	56	105,5 $\pm$ 3,88		
$F_1$	" "	54	135,1 $\pm$ 3,90		
$P_1$	Nº intern.	50	6,5 $\pm$ 0,29	$F_1$ v.s $P_2$	108 4,44 <sup>++</sup>
$P_2$	" "	56	17,8 $\pm$ 0,56		
$F_1$	" "	54	21,0 $\pm$ 0,45		
$P_1$	Comp.intern	50	5,9 $\pm$ 0,15	$F_1$ v.s $P_1$	102 0,25
$P_2$	" "	56	6,1 $\pm$ 0,23	$F_1$ v.s $P_2$	108 1,15
$F_1$	" "	54	6,4 $\pm$ 0,14	$P_2$ v.s $P_1$	104 1,00

COYNE, observou neste trabalho a existência de ação heterótica na geração  $F_1$  de ambos cruzamentos para altura de planta. Por outro lado, na geração  $F_1$  do cruzamento de PI209806 x Nebraska 1, foi observada dominância fenotípica completa para comprimento e número dos internódios. A geração  $F_1$  do cruzamento Dark Red Kidney x Nebraska 1, apresentou ação heterótica para o caráter número de internódios. O autor sugere que essa ação heterótica poderia ser explicada com base unicamente na dominância e não pela sobredominância.

### 3 - MATERIAL E METODO.

#### 3.1 - Material

No presente trabalho utilizamos três cultivares selecionados dentro da coleção de feijões do Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz". São eles: Goiano, fornecido pelo D.A.T.E., Campinas; México 450, fornecido pela Estação Experimental de Patos de Minas e, Costa Rica, fornecido pela Estação Experimental de Caruarú, Pernambuco.

Os três cultivares acima citados pertencem todos à mesma espécie Phaseolus vulgaris, L. diferenciando-se apenas por certos caracteres como: hábito de crescimento, cor da flor, cor da vagem madura, cor da semente, ciclo vegetativo e presença de antocianina nas hastes e nervuras das folhas.

#### Características das Plantas

Floração - O cultivar Goiano apresenta flores de cor branca no momento de abrir o botão floral, passando a possuir certa coloração aroxeadada muito leve, depois de várias horas da abertura. A floração tem seu início aproximadamente 30 dias após a semeadura.

O cultivar Costa Rica, possui flores de cor violeta sendo que as primeiras flores aparecem 37 dias após a semeadura.

O Cultivar México 450, apresenta flores de cor violeta intensa, levando 45 dias aproximadamente após a semeadura para aparecerem as primeiras flores na planta.

Hábito de crescimento - O cultivar Goiano foi selecionado por apresentar um tipo de hábito de crescimento tipicamente determinado, conhecido na literatura inglesa como tipo "bush". A planta apresenta inflorescência terminal, poucos internódios (geralmente três ou quatro), altura aproximada de 40 centímetros e porte ereto.

O cultivar México 450, apresenta hábito de crescimento indeterminado do tipo intermediário, isto é, a planta apresenta inflorescência axilar com crescimento indefinido da haste principal mas com número baixo de internódios, o que faz com que a planta conserve a posição ereta no campo.

O cultivar Costa Rica, foi selecionado por apresentar hábito de crescimento tipicamente indeterminado, com número grande de internódios, inflorescência axilar, capaz de trepar em presença de um suporte; caso contrário deita-se no solo passando a planta à condição rasteira. Este tipo de hábito de crescimento é muito influenciado pelas condições ambiente.

Precocidade - O cultivar mais precoce é o Goiano que leva um total de 70 dias após a semeadura para chegar ao ponto de colheita.

O cultivar Costa Rica, possui um ciclo vegetativo de aproximadamente

85 dias.

O cultivar México 450, sendo o mais tardio leva um total de 90 dias para completar seu ciclo vegetativo.

Presença de antocianina na planta - O cultivar Goiano não apresenta coloração arroxeada que indique a presença de antocianina na região hipocotiledonar nem na região epicotiledonar, suas hastes e nervuras assim como os cotilédones, são totalmente desprovidos do pigmento em questão.

Os cultivares México 450 e Costa Rica, apresentam os cotilédones, assim como as hastes e nervuras, vivamente coloridas pela antocianina.

Côr da vagem - O cultivar Goiano apresenta vagens de côr verde quando imaturas e, de uma tonalidade amarelada ou palha quando maduras. - O cultivar México 450, possui vagens de um roxo intenso quando imaturas, tornando-se mais escuras quando maduras. - O cultivar Costa Rica, possui vagens de côr verde quando imaturas, sendo que ao aproximar-se a época da maturidade as vagens tomam uma tonalidade de côr amarela clara com listas vermelhas.

Tamanho e côr da semente - O cultivar Goiano, apresenta sementes de côr amarela, tamanho médio, arredondadas. O cultivar México 450 possui sementes totalmente pretas, exceto o hilo; são de tamanho médio, compridas e fôsoas. O cultivar Costa Rica, possui também sementes de côr preta, menos compridas que as do anterior, de tamanho médio e achatadas.

O Quadro VII mostra um resumo das principais características dos três cultivares utilizados neste trabalho.

Quadro VII

Cultivar	Hábito	Compr.da vagem (cm.)	Côr da vagem madura	Nº de sem.por vagem	Côr da flor	Pêso de 100 sementes (gr.)
Goiano	Determ.	8	amarela	5	branca	37
México 450	Indeterm.	11	roxo escuro	7	violeta esc.	25
Costa Rica	Indeterm.	9	amarelas com listas verm.	6	violeta	27

### 3.2 - Método

Hibridação - Com a finalidade de obter gerações paternas,  $F_1$ ,  $F_2$  e retrocruzamentos, para estudar o hábito de crescimento no feijoeiro, foram semeados os três cultivares em vasos individuais dentro da casa de vidro para serem feitos os cruzamentos. O método utilizado para se obter a polinização cruzada consistiu em se fazer, primeiramente, a castração do botão floral daquela



que seria utilizada como planta mãe e, em seguida, polinizá-la esfregando-se o estigma da flor já aberta da planta pai. Comumente este estigma era deixado na flor a ser polinizada, procurando-se fechar, tanto quanto possível o botão floral. Este processo de polinização é conhecido com o nome de "hooking method". Finalmente prende-se ao botão floral uma etiqueta de identificação.

Obtida a geração  $F_1$  de cada cruzamento, uma porção da semente foi deixada em estoque para ser plantada no campo e outra porção foi semeada em vasos dentro da casa de vidro. Posteriormente essas plantas foram autofecundadas para a obtenção da geração  $F_2$  e retrocruzadas com ambos os progenitores.

Podemos salientar que os cruzamentos feitos dentro da casa de vidro com contrôle de ventilação artificial, tanto nos meses quentes do verão (janeiro e fevereiro), como nos meses frios do inverno (junho e julho), apresentaram uma taxa satisfatória de pegamento, sendo a média aproximada dos diferentes cruzamentos a seguinte:

<u>Cruzamento</u>	<u>% de pegamento</u>
Goiano x Costa Rica	46
Goiano x México 450	65
Costa Rica x México 450	47

Estes resultados podem ser considerados bons, se levarmos em consideração a dificuldade que representa manipular o botão floral para realizar a emasculação, dada a fragilidade do estigma e a sensibilidade a qualquer ferimento; o que representa uma perda considerável de polinizações realizadas.

Certos caracteres dos progenitores tais como: presença de antocianina no hipocotilo e cotilédones do cultivar Costa Rica e, a cor roxo escuro das vagens do cultivar México 450, por apresentarem uma ação dominante foram utilizados como genes marcadores nos cruzamentos, evitando assim possíveis erros por contaminação de um pólen estranho ao que desejávamos utilizar.

Foram efetuadas tantas polinizações quantas julgamos suficientes para atingirmos o fim visado, qual seja, a obtenção de um número mínimo de sementes para atender a todas as parcelas do delineamento experimental escolhido.

Para facilitar a nossa exposição, identificaremos os três cruzamentos da seguinte forma:

Goiano x Costa Rica.....	Cruzamento A
Goiano x México 450.....	" B
Costa Rica x México 450.....	" C

#### Planejamento Experimental

O delineamento empregado em cada um dos três cruzamentos foi o de blocos ao acaso. Para contornarmos o inconvenientes de uma provável heterogeneida

de do solo, julgamos necessária a utilização de quatro blocos, cada um com número variável de repetições por tratamento, pelas razões que passaremos a expor:

Atendendo à inexistência de variação hereditária nas gerações paternas e no  $F_1$  correspondente e a grande variação hereditária consequente da segregação na geração  $F_2$  e nos retrocruzamentos, o número de parcelas estabelecido para cada tratamento não poderia ser o mesmo, já que o experimento se propunha a estimar a variância genética. Assim sendo, consideramos desejáveis os dados obtidos em quatro parcelas, para a geração  $F_2$ , em duas parcelas para cada retrocruzamento e em apenas uma para as gerações paternas e o  $F_1$ . Entretanto, devido à limitada quantidade de sementes disponíveis correspondentes ao  $F_2$  e os retrocruzamentos, não foi possível repetir êsse esquema experimental com todos os seus pormenores para os três cruzamentos. Por êsse mesmo motivo as dimensões dos blocos para os três cruzamentos não foram as mesmas, mas, tôdas as parcelas foram feitas com as mesmas dimensões.

A disposição geral adotada para cada um dos três experimentos foi a seguinte:

Cruzamento A:- Os blocos tinham 8,0 m. de comprimento por 4,75m de largura. Cada bloco tinha um total de 10 parcelas contendo os tratamentos da seguinte forma: 1 parcela contendo um dos progenitores, 1 parcela contendo o outro progenitor, 1 parcela contendo a geração  $F_1$ , 4 parcelas contendo a geração  $F_2$ , 1 parcela contendo o retrocruzamento com o pai de hábito determinado e 2 parcelas contendo o retrocruzamento com o pai de hábito indeterminado.

Cruzamento B:- Os blocos tinham 8,8m de comprimento por 4,75m de largura. Cada bloco tinha um total de 11 parcelas contendo os tratamentos da seguinte forma: 1 parcela contendo um dos progenitores, 1 parcela contendo o outro progenitor, 1 parcela contendo a geração  $F_1$ , 4 parcelas contendo a geração  $F_2$ , 2 parcelas contendo o retrocruzamento com o pai de hábito determinado e 2 parcelas contendo o retrocruzamento com o pai de hábito indeterminado.

Cruzamento C:- Os blocos tinham 5,6m de comprimento por 4,75m de largura. Cada bloco tinha um total de 7 parcelas contendo os tratamentos da seguinte forma: 1 parcela contendo um dos progenitores, 1 parcela contendo o outro progenitor, 1 parcela contendo a geração  $F_1$ , 2 parcelas contendo a geração  $F_2$ , 1 parcela contendo um dos retrocruzamento e 1 parcela contendo o outro retrocruzamento.

Cada parcela foi formada por uma só fileira de 4,75m de comprimento, tendo-se adotado um espaçamento entre as fileiras, de 0,8m. Para cada fileira foram feitas 20 covas separadas entre si por 0,25m, recebendo cada uma duas sementes. Oito dias após a germinação foi feito um desbaste, deixando apenas uma planta por cova, ou seja, um total de 20 plantas por parcela.

Com a finalidade de uniformizar o mais possível os efeitos do ambiente, os três ensaios foram plantados no mesmo lote de terra e no mesmo dia 8 de no-

vembro de 1965.

A variável utilizada na análise estatística foi o comprimento da haste principal, medida com o auxílio da régua milimetrada, aplicada desde a superfície do solo até o ponto de implantação da última fôlha.

As medições foram feitas no início da maturação dos frutos, ou seja, quando o crescimento da haste principal, por razões fisiológicas da planta, tende a diminuir consideravelmente.

Pelas análises da variância que se seguem pode-se verificar o grau de uniformidade do solo e a existência de outros fatores que possam ter influenciado no erro residual de cada experimento.

Cruzamento A:

Quadro VIII

F.de Variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	D.P.	Teta
Entre Famílias	5	1.228.849,00	245.769,80	495,75	15,06 <sup>+++</sup>
Entre Blocos	3	3.770,41	1.256,80	35,45	1,08 N.S.
Famílias x Blocos	15	10.777,80	718,52	26,80	0,81 N.S.
Parcela Dentro					
F <sub>2</sub> d/ Blocos	12	21.097,93	1.558,16	41,93	1,27 N.S.
RC <sub>2</sub> d/ Blocos	4	1.711,48	427,87	20,68	0,63 N.S.
Resíduo	31	33.587,21	1.083,46	32,91	
Total	39	1.226.206,62			

O valor teta entre famílias, altamente significativo, era esperado devido ao fato de serem os pais, previamente escolhidos, diferentes em relação ao comprimento da haste principal. Por outro lado, o fato do valor entre blocos não ser significativo, indica uniformidade do terreno onde foi instalado o experimento. O valor obtido para a interação famílias x blocos sendo não significativo, indica que as famílias reagiram de maneira uniforme em todos os blocos, permitindo o agrupamento das repetições de cada família em todos os blocos, visando a determinação das estimativas de  $h^2$  e  $\bar{a}$ . Finalmente, os valores não significantes de teta para F<sub>2</sub> dentro de blocos, e para RC<sub>2</sub> dentro de blocos, indicam grande uniformidade dentro dessas famílias, o que permitiria posteriormente uma maior precisão na análise dentro das parcelas, para determinar a variância fenotípica total de cada família.

Cruzamento B:

Quadro IX

F.de Variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	D.P.	Teta
Entre Famílias	5	853.264,40	170.652,88	413,07	12,61 <sup>+++</sup>
Entre Blocos	3	31.146,45	10.382,15	101,89	3,11 <sup>+++</sup>
Família x Blocos	15	19.598,99	1.306,60	36,15	1,04 N.S.
Parcela Dentro					
F <sub>2</sub> d/ Blocos	12	9.277,61	773,13	27,81	0,85 N.S.
RC <sub>1</sub> d/ Blocos	4	7.736,00	1.934,00	43,98	1,34 N.S.
RC <sub>3</sub> d/ Blocos	4	940,49	235,12	15,33	0,47 N.S.
Resíduo	35	37.553,09	1.072,94	32,75	
Total	43	921.963,94			

Para êste ensaio podem ser feitas as mesmas considerações já assinaladas no ensaio do cruzamento A, com exceção do valor teta para blocos, que sendo significativo, indica uma heterogeneidade do terreno onde foi instalado o experimento, justificando-se assim, a escolha do delineamento utilizado. Entretanto, tal heterogeneidade não influiu dentro dos blocos, pelo que se deduz da não significância dos valores teta para repetições, dentro de blocos.

Cruzamento C:

Quadro X

F.de Variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	D.P.	Teta
Entre Famílias	5	108.370,88	21.674,18	147,22	6,52 <sup>+++</sup>
Entre Blocos	3	3.907,31	1.302,44	36,08	1,60 N.S.
Famílias x Blocos	15	7.166,70	477,78	21,85	0,97 N.S.
Parcela Dentro					
F <sub>2</sub> d/ Blocos	4	2.534,67	633,67	25,17	1,11 N.S.
Resíduo	19	9.701,37	510,60	22,59	
Total	27	121.979,56			

Os valores teta dêste ensaio para as diferentes fontes de variação não

são significativos, com exceção do valor para famílias. Assim sendo, as mesmas considerações feitas para a análise do ensaio do cruzamento A podem ser repetidas neste caso.

Concluiremos estas considerações relativas ao planejamento experimental com a comparação entre os valores dos desvios padrão residuais dos três experimentos.

Quadro XI

Ensaio	g.l.	D.P.	Teta
A v.s. B	$n_1 = 31$ $n_2 = 35$	$\frac{32,91}{32,75}$	1,00 N.S.
A v.s. C	$n_1 = 31$ $n_2 = 19$	$\frac{32,91}{22,59}$	1,46 N.S.
B v.s. C	$n_1 = 31$ $n_2 = 19$	$\frac{32,91}{22,59}$	1,45 N.S.

Os valores teta do Quadro XI, quando comparados com os valores da tabela de limites bilaterais, mostraram não ser significativos, o que indica uma equivalência entre os desvios padrão residuais dos três experimentos. Assim sendo, concluímos que houve grande uniformidade na variação casual e, por consequente, os dados obtidos em cada um dos três ensaios são perfeitamente comparáveis entre si.

#### Base genética do método.

Pelos resultados a que chegaram Norton e Emerson com respeito ao controle genético do caráter comprimento da haste principal, era de se esperar a influência simultânea de genes principais qualitativos e genes modificadores quantitativos. Assim sendo, utilizamos diferentes métodos de análise para detectarmos, tanto quanto possível, êsses dois tipos de herança.

Para o reconhecimento da presença dos genes principais, organizamos histogramas para as gerações  $F_2$  e retrocruzamentos dos três cruzamentos, com intervalo de classes compreendido entre 0,3 e 0,25 do desvio padrão.

Para a constatação da presença dos modificadores, determinamos os valores de teta correspondentes à comparação entre a variação das classes fenotípi-

cas segregantes do  $F_2$  e do cruzamento teste, com as gerações paternas e  $F_1$ .

O estudo do controle quantitativo do caráter devido à presença dos modificadores, foi feito apenas pela determinação do grau médio de dominância e do coeficiente de herdabilidade, com o emprêgo do método de Mather.

Este método tem por base o estudo das variâncias das gerações paternas,  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  ou retrocruzamentos. Sendo o mais indicado para plantas de autofecundação, utilizamos tal método no presente trabalho, com uma única modificação, qual seja, a não estimacão do valor teórico da variância da geração  $F_3$ .

Cada um dos valores da variância das diferentes gerações, é função dos efeitos da aditividade e dominância gênicas, mais os efeitos do ambiente. É justamente a comparação entre os valores teóricos deduzidos, com os valores observados na prática, que vai possibilitar estimar as componentes das ações gênicas em estudo.

A estimativa da variância teórica de uma geração  $F_2$ , pode ser feita dando-se para cada indivíduo um valor fenotípico representativo da ação gênica e levando-se em consideração a frequência com a qual cada tipo ocorre nessa geração. Assim sendo, temos que:

$$s^2_{F_2} = \frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H$$

Utilizamos a notação de Comstock e Robinson, cuja equivalência com a usada por Mather é a seguinte:

$$u = d \quad \therefore \sum u^2 = \sum d^2 = D$$

$$au = h \quad \therefore \sum a^2 u^2 = \sum h^2 = H$$

Para os retrocruzamentos, a estimativa da variância teórica segue um caminho análogo àquele empregado para o  $F_2$ .

Finalmente, o conjunto de fórmulas que utilizamos nos cálculos das estimativas das variâncias totais das diferentes gerações foi o seguinte:

$$(1) \dots\dots\dots s^2_{P1} = s^2_{P2} = s^2_e$$

$$(2) \dots\dots\dots s^2_{F1} = s^2_e$$

$$(3) \dots\dots\dots s^2_{F2} = \frac{1}{2} \sum u^2 + \frac{1}{4} \sum a^2 u^2 + s^2_e$$

$$(4) \dots\dots\dots s^2_{RC1} + s^2_{RC2} = \frac{1}{2} \sum u^2 + \frac{1}{2} \sum a^2 u^2 + 2 s^2_e$$

4 - RESULTADOS

4.1 - Determinação do coeficiente de herdabilidade e do grau médio de dominância.

O caráter, cujos dados aqui analisamos, se refere ao comprimento da haste principal, medido em centímetros.

Com a finalidade de se obter a variância fenotípica total para cada família, foi feita uma análise da variância dentro das parcelas, agrupando-se os quatro blocos que formaram cada experimento.

Cruzamento A: cultivar Goiano ( $P_1$ ) x cultivar Costa Rica ( $P_2$ )

Quadro XII

F.de Variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	D.P.	Teta	$\bar{x}$	C.V.
Dentro das Parcelas							
$P_1$	69	457	6,62	2,57		39,45	6,6
$P_2$	58	2.859	49,29	7,02		177,14	4,0
$F_1$	56	3.743	66,84	8,18		176,77	4,6
	183	7.059	38,57	6,21			
$F_2$	232	671.750	2.895,47	53,81	8,66 <sup>+++</sup>	133,16	40,4
$RC_1$	59	204.020	3.457,97	58,80	9,47 <sup>+++</sup>	103,94	56,5
$RC_2$	115	62.789	545,99	23,37	3,76 <sup>+++</sup>	183,61	12,6

Total                    589    945.618

Como já foi mostrado, conhecendo essas estimativas da variância fenotípica total para cada família, podemos agora armar o seguinte sistema de equações:

$$2.895,47 = 1/2 \sum u^2 + \frac{1}{4} \sum a^2 u^2 + s_e^2$$

$$4.003,96 = 1/2 \sum u^2 + 1/2 \sum a^2 u^2 + 2 s_e^2$$

$$s_e^2 = 38,57$$

$$2.856,90 = 1/2 \sum u^2 + 1/4 \sum a^2 u^2$$

$$3.926,82 = 1/2 \sum u^2 + 1/2 \sum a^2 u^2$$

Resolvendo o sistema:

$$1/4 \sum a^2 u^2 = 1069,92 = s_d^2$$

$$1/2 \sum u^2 = 1786,98 = s_a^2$$

Com êsses valores encontrados pode-se achar o coeficiente de herdabilidade e o grau médio de dominância para os indivíduos da geração  $F_2$ .

$$h^2 = \frac{1786,98}{2895,47} = 0,62$$

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2 \times 1069,92}{1786,98}} = 1,09$$

Uma maneira simples, mas aproximada, de achar a estimativa do erro para os valores acima encontrados consiste em determiná-lo a partir dos valores  $h^2$  e  $\bar{a}$  de cada repetição, como aparecem no Quadro XIII

Quadro XIII

Q.M.

	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	Total
P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> e F <sub>1</sub>	41,38	39,54	38,00	35,38	38,57
F <sub>2</sub>	2.821,60	3.051,36	3.300,05	2.436,72	2.895,47
RC <sub>1</sub>	3.741,07	3.305,86	3.178,67	3.596,13	3.457,97
RC <sub>2</sub>	660,89	788,96	449,52	305,23	545,99
$1/2 \sum u^2$	1.241,24	2.007,90	2.971,91	972,08	1.786,98
$1/4 \sum a^2 u^2$	1.538,98	1.003,92	290,14	1.429,26	1.069,92
$h^2$	0,4337	0,6580	0,9005	0,3989	0,6171
$\bar{a}$	1,574	1,000	0,442	1,715	1,095

Com êsses valores de  $h^2$  obtém-se a média 0,60 e erro da média 0,12. Como a estimativa anteriormente calculada para  $h^2$ , 0,62, não difere muito dessa média, não se estará incorrendo em erro grave ao se escrever:

$$h^2 = 0,62 \pm 0,12$$

Da mesma forma teríamos:

$$\bar{a} = 1,10 \pm 0,29$$



Quadro XIV  
 Comparação das médias de cada família pelo teste "t".

	Nº de Plantas	Média $\pm$ erro	Teste "t"		
			Comparação	g.l.	Valor "t"
P <sub>1</sub>	73	39,45 $\pm$ 0,31	F <sub>1</sub> v.s. P <sub>1</sub>	131	+ 119,41 <sup>+++</sup>
			F <sub>1</sub> v.s. P <sub>2</sub>	120	- 0,26 N.S
P <sub>2</sub>	62	177,14 $\pm$ 0,91	F <sub>1</sub> v.s. $\frac{P_1 + P_2}{2}$	193	+ 12,24 <sup>+++</sup>
			F <sub>2</sub> v.s. P <sub>2</sub>	308	- 12,56 <sup>+++</sup>
$\frac{P_1 + P_2}{2}$	135	102,69 $\pm$ 5,94	F <sub>2</sub> v.s. F <sub>1</sub>	306	- 12,28 <sup>+++</sup>
			F <sub>2</sub> v.s. $\frac{P_1 + P_2}{2}$	381	+ 4,45 <sup>+++</sup>
F <sub>1</sub>	60	176,77 $\pm$ 1,11	RC <sub>1</sub> v.s. P <sub>1</sub>	134	+ 8,76 <sup>+++</sup>
F <sub>2</sub>	248	133,16 $\pm$ 3,37	RC <sub>1</sub> v.s. F <sub>1</sub>	121	- 9,79 <sup>+++</sup>
			RC <sub>1</sub> v.s. F <sub>2</sub>	309	- 3,61 <sup>+++</sup>
RC <sub>1</sub>	63	103,94 $\pm$ 7,35	RC <sub>2</sub> v.s. P <sub>2</sub>	183	+ 2,84 <sup>++</sup>
			RC <sub>2</sub> v.s. F <sub>1</sub>	181	+ 2,89 <sup>++</sup>
RC <sub>2</sub>	123	183,61 $\pm$ 2,09	RC <sub>2</sub> v.s. F <sub>2</sub>	369	+ 12,71 <sup>+++</sup>

Cruzamento B: cultivar Goiano (P<sub>1</sub>) x cultivar México 450 (P<sub>3</sub>)

Da mesma maneira, como no experimento anterior, foi feita uma análise da variância dentro das parcelas, agrupando-se os quatro blocos.

Quadro XV

F.de Variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	D.P.	Teta	$\bar{x}$	C.V.
Dentro de Parcelas							
P <sub>1</sub>	70	442	6,31	2,51		40,15	6,3
P <sub>3</sub>	60	3908	65,13	8,07		134,95	6,0
F <sub>1</sub>	57	3751	65,81	8,11		182,15	4,4
	187	8101	43,32	6,58			
F <sub>2</sub>	241	526.096	2.182,97	46,71	7,10 <sup>+++</sup>	125,17	37,4
RC <sub>1</sub>	125	321.953	2.575,62	50,74	7,71 <sup>+++</sup>	116,62	43,4
RC <sub>3</sub>	114	59.205	519,34	22,79	3,46 <sup>+++</sup>	154,44	14,8

Total 667 915.355

Com as variâncias fenotípicas totais que aparecem no Quadro XV pode-se

armar o seguinte sistema de equações:

$$2.182,97 = 1/2 \sum u^2 + 1/4 \sum a^2 u^2 + s_e^2$$

$$3.094,96 = 1/2 \sum u^2 + 1/2 \sum a^2 u^2 + 2s_e^2$$

$$s_e^2 = 43,32$$

Resolvendo o sistema teremos:

$$1/4 \sum a^2 u^2 = 868,67 = s_d^2$$

$$1/2 \sum u^2 = 1270,98 = s_a^2$$

Os valores acima nos permitem calcular o coeficiente de herdabilidade e o grau de dominância dos indivíduos da geração  $F_2$ , conforme se segue:

$$h^2 = \frac{1.270,98}{2.182,97} = 0,58$$

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2 \times 868,67}{1.270,98}} = 1,17$$

Igualmente como foi feito para o cruzamento A, podemos determinar o erro para os valores  $h^2$  e  $\bar{a}$ .

Quadro XVI  
Q.M.

	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	Total
P <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> e F <sub>1</sub>	37,87	46,31	47,46	41,53	43,32
F <sub>2</sub>	1762,60	1955,32	2502,23	2506,34	2182,97
RC <sub>1</sub>	2899,94	2608,13	2550,59	2244,64	2575,62
RC <sub>3</sub>	648,24	743,00	402,71	287,10	519,34
1/2 $\sum u^2$	- 22,98	559,51	2051,16	2480,94	1270,98
1/4 $\sum a^2 u^2$	1747,71	1349,50	403,61	- 16,13	868,67
$h^2$	-0,0130	0,2861	0,8197	0,9898	0,5822
$\bar{a}$	---	2,196	0,627	0	1,169

Desta forma teremos:

$$h^2 = 0,58 \pm 0,23 \quad e \quad \bar{a} = 1,17 \pm 0,65$$

Quadro XVII  
 Comparação das médias das famílias pelo teste "t".

	Nº de Plantas	Média $\pm$ erro	Teste "t"		
			Comparação	g.l.	Valor "t"
P <sub>1</sub>	74	40,15 $\pm$ 0,29	F <sub>1</sub> v.s. P <sub>1</sub>	133	+123,48 <sup>+++</sup>
			F <sub>1</sub> v.s. P <sub>3</sub>	123	+ 31,47 <sup>+++</sup>
P <sub>3</sub>	64	134,95 $\pm$ 1,00	F <sub>1</sub> v.s. $\frac{P_1 + P_3}{2}$	197	+ 23,23 <sup>+++</sup>
$\frac{P_1 + P_3}{2}$	138	84,11 $\pm$ 4,07	F <sub>2</sub> v.s. P <sub>3</sub>	319	- 3,16 <sup>+++</sup>
			F <sub>2</sub> v.s. F <sub>1</sub>	316	- 18,20 <sup>+++</sup>
F <sub>1</sub>	61	182,15 $\pm$ 1,11	F <sub>2</sub> v.s. $\frac{P_1 + P_3}{2}$	393	+ 8,19 <sup>+++</sup>
F <sub>2</sub>	257	125,17 $\pm$ 2,93	RC <sub>1</sub> v.s. P <sub>1</sub>	205	+ 17,38 <sup>+++</sup>
			RC <sub>1</sub> v.s. F <sub>1</sub>	192	- 14,46 <sup>+++</sup>
RC <sub>1</sub>	133	116,62 $\pm$ 4,39	RC <sub>1</sub> v.s. F <sub>2</sub>	388	- 1,62 N.S
			RC <sub>3</sub> v.s. P <sub>3</sub>	184	+ 8,02 <sup>+++</sup>
RC <sub>3</sub>	122	154,44 $\pm$ 2,21	RC <sub>3</sub> v.s. F <sub>1</sub>	181	- 11,22 <sup>+++</sup>
			RC <sub>3</sub> v.s. F <sub>2</sub>	377	+ 7,97 <sup>+++</sup>

Cruzamento C: cultivar Costa Rica (P<sub>2</sub>) x cultivar México 450 (P<sub>3</sub>)

O Quadro XVIII mostra a análise da variância dentro das parcelas nos quatro blocos.

Quadro XVIII

F.de Variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	D.P.	Teta	$\bar{x}$	C.V.
Dentro das Parcelas							
P <sub>2</sub>	58	2327	40,12	6,33		175,97	3,6
P <sub>3</sub>	62	3897	62,85	7,93		135,18	5,9
F <sub>1</sub>	60	4198	69,97	8,36		184,05	4,5
	180	10422	57,90	7,54			
F <sub>2</sub>	117	45592	389,68	19,74	2,61 <sup>+++</sup>	163,92	12,0
RC <sub>2</sub>	57	9530	167,19	12,93	1,71 <sup>+++</sup>	183,00	7,1
RC <sub>3</sub>	58	24259	418,26	20,45	2,71 <sup>+++</sup>	172,14	11,9
Total	412	89803					

Da mesma maneira como foi feito nos experimentos anteriores, podemos achar os valores  $h^2$  e  $\bar{a}$ .

$$389,68 = 1/2 \sum u^2 + 1/4 \sum a^2 u^2 + s_e^2$$

$$585,45 = 1/2 \sum u^2 + 1/2 \sum a^2 u^2 + 2s_e^2$$

$$s_e^2 = 57,90$$

$$331,78 = 1/2 \sum u^2 + 1/4 \sum a^2 u^2$$

$$469,65 = 1/2 \sum u^2 + 1/2 \sum a^2 u^2$$

Resolvendo teremos:

$$1/4 \sum a^2 u^2 = 137,87 = s_d^2$$

$$1/2 \sum u^2 = 193,91 = s_a^2$$

Com êsses valores calculamos:

$$h^2 = \frac{193,91}{389,68} = 0,50$$

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2 \times 137,87}{193,91}} = 1,19$$

O cálculo dos êrros será feito a partir dos dados seguintes:

Quadro XIX

Q.M.

	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	Total
P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> e F <sub>1</sub>	40,51	74,86	68,26	49,07	57,90
F <sub>2</sub>	411,34	318,72	470,68	357,39	389,68
RC <sub>2</sub>	137,21	173,71	140,87	218,86	167,19
RC <sub>3</sub>	433,67	493,40	403,78	335,71	418,26
1/2 $\sum u^2$	251,80	- 29,67	396,71	160,21	193,91
1/4 $\sum a^2 u^2$	119,03	273,53	5,71	148,11	137,87
$h^2$	0,6121	- 0,9030	0,8428	0,4482	0,4976
$\bar{a}$	0,972	---	0,169	1,359	1,192

Assim sendo:

$$h^2 = 0,50 \pm 0,39 \quad e \quad \bar{a} = 1,19 \pm 0,35$$

Quadro XX  
Comparação das médias de cada família pelo teste "t"

	Nº de Plantas	Média $\pm$ erro	Teste "t"		
			Comparação	g.l.	Valor "t"
P <sub>2</sub>	62	175,97 $\pm$ 0,80	F <sub>1</sub> v.s. P <sub>2</sub>	124	+ 6,07 <sup>+++</sup>
			F <sub>1</sub> v.s. P <sub>3</sub>	128	+ 33,47 <sup>+++</sup>
P <sub>3</sub>	66	135,18 $\pm$ 1,00	F <sub>1</sub> v.s. $\frac{P_2 + P_3}{2}$	190	+ 13,29 <sup>+++</sup>
			$\frac{P_2 + P_3}{2}$	128	154,94 $\pm$ 1,92
F <sub>2</sub> v.s. F <sub>1</sub>	187	- 9,63 <sup>+++</sup>			
F <sub>1</sub>	64	184,05 $\pm$ 1,06	F <sub>2</sub> v.s. $\frac{P_2 + P_3}{2}$	251	+ 3,41 <sup>+++</sup>
			F <sub>2</sub> v.s. P <sub>3</sub>	189	+ 13,88 <sup>+++</sup>
F <sub>2</sub>	125	163,92 $\pm$ 1,80	RC <sub>2</sub> v.s. P <sub>2</sub>	121	+ 3,14 <sup>++</sup>
			RC <sub>2</sub> v.s. P <sub>3</sub>	125	+ 20,52 <sup>+++</sup>
			RC <sub>2</sub> v.s. F <sub>1</sub>	123	- 0,45N.S
RC <sub>2</sub>	61	183,00 $\pm$ 2,10	RC <sub>2</sub> v.s. F <sub>2</sub>	184	+ 6,89 <sup>+++</sup>
			RC <sub>3</sub> v.s. P <sub>3</sub>	126	+ 13,29 <sup>+++</sup>
			RC <sub>3</sub> v.s. P <sub>2</sub>	122	- 1,41N.S
RC <sub>3</sub>	62	172,14 $\pm$ 2,59	RC <sub>3</sub> v.s. F <sub>1</sub>	124	- 4,25 <sup>+++</sup>
			RC <sub>3</sub> v.s. F <sub>2</sub>	185	+ 2,60 <sup>++</sup>

Os resultados desses cálculos e análises podem ser resumidos da seguinte forma:

Cruzamento A:	$h^2 = 0,62 \pm 0,12$	$\bar{a} = 1,10 \pm 0,29$
" B:	$h^2 = 0,58 \pm 0,23$	$\bar{a} = 1,17 \pm 0,65$
" C:	$h^2 = 0,50 \pm 0,39$	$\bar{a} = 1,19 \pm 0,35$

O valor relativamente alto do erro padrão de  $h^2$  e  $\bar{a}$  não é de se admirar e corresponde ao que se obtém, geralmente, em experimentos desta natureza. Todavia, o aparecimento nos três cruzamentos de um valor  $\bar{a}$  aproximadamente igual a 1 fornece indicação que o modelo genético para o caráter comprimento da

haste principal é de genes dominantes.

#### 4.2 - Análise mendeliana

##### Cruzamento A.

Da observação dos histogramas de frequências das diferentes classes do comprimento da haste principal referentes ao  $F_2$  e retrocruzamento com o pai recessivo (figs. 1 e 2), verifica-se uma segregação monofatorial com dominância, com as proporções 3:1 e 1:1 respectivamente. Os valores de  $\chi^2$  para essas expectativas foram de 0,02 para o  $F_2$  e 0,14 para o retrocruzamento, não significativos para 1 g.l.

Com as médias obtidas para as classes segregantes do  $F_2$  e do retrocruzamento foram calculados os valores de t, conforme consta no Quadro XXI. Pela não significância do valor t referente à comparação entre a média do  $F_1$  e a média do pai dominante, conclui-se pela presença do efeito de um gene principal dominante responsável pela diferença entre as duas classes: haste principal curta e haste principal longa. O fato das médias da classe dominante do  $F_2$  e do  $RC_1$  serem inferiores tanto a média do pai dominante como a do  $F_1$ , mas iguais entre si, poderá ter duas interpretações: 1) presença de ação adicional de genes modificadores com efeito aditivo, ou 2) com efeito dominante. Em vista das médias da classe recessiva tanto do  $F_2$  como do  $RC_1$ , serem iguais entre si e também significativamente maiores que a média do pai recessivo, conclui-se, igualmente, pela presença de fatores modificadores de efeitos aditivos.

Quadro XXI

Comparação	Médias (cm)		g.l.	Valor t
$F_1$ v.s. Pai dominante	176,77	177,14	120	-0,33N.S
$F_2$ dominante v.s. Pai dominante	159,19	177,14	247	-7,48 <sup>+++</sup>
$F_2$ dominante v.s. $F_1$	159,19	176,77	245	-7,32 <sup>+++</sup>
$RC_1$ dominante v.s. Pai dominante	161,83	177,14	90	-3,33 <sup>+++</sup>
$RC_1$ dominante v.s. $F_1$	161,83	176,77	88	-3,25 <sup>+++</sup>
$F_2$ dominante v.s. $RC_1$ dominante	159,19	161,83	215	-0,52N.S
$F_2$ recessivo v.s. Pai recessivo	53,38	39,45	128	+10,07 <sup>+++</sup>
$RC_1$ recessivo v.s. Pai recessivo	51,30	39,45	100	+8,59 <sup>+++</sup>
$F_2$ recessivo v.s. $RC_1$ recessivo	53,38	51,30	92	+1,33N.S

Pela análise dos desvios padrão que aparece no Quadro XXII, verifica-se, para a classe dominante do  $F_2$  e do retrocruzamento para o pai recessivo ( $RC_1$ ), um desvio padrão 4 a 5 vezes maior do que o desvio padrão médio balanceado dos pais e  $F_1$ . Esse resultado confirma a hipótese da presença de genes modificadores. O efeito desses genes modificadores, porém, é muito fraco na classe recessiva, não afetando o desvio padrão no retrocruzamento e aumentando-o em apenas 1,33 vezes no  $F_2$ .

Quadro XXII

Cruzamento A	$\bar{x}$	s	Teta	g.l.
$P_1$	39,45	] ] ]	-	183
$P_2$	177,14			
$F_1$	176,77			
Geração $F_2$				
Classe dominante	159,19	31,00	4,99 <sup>+++</sup>	186
Classe recessiva	53,38	8,26	1,33 <sup>++</sup>	60
Geração $RC_1$				
Classe dominante	161,83	24,81	3,99 <sup>+++</sup>	29
Classe recessiva	51,30	6,67	1,07N.S	32

Os dados do Quadro XIV e o histograma relativo ao retrocruzamento com o pai dominante (fig.3), confirmam essas conclusões a respeito da presença de uma ação gênica monofatorial com dominância e mais ação de genes modificadores dominantes ou aditivos.

#### Cruzamento B:

Os dados referentes aos valores t e a análise dos desvios padrão, que aparecem nos Quadros XXIII e XXIV respectivamente, mostram novamente a presença de uma segregação mendeliana para um par de genes com forte efeito fenotípico, resultando no aparecimento de duas classes no  $F_2$  e no retrocruzamento com o pai recessivo, conforme pode-se ver nos respectivos histogramas (figs.4 e 5).

A análise das médias indica claramente a presença de efeito sobredominante tanto na comparação da média do  $F_1$  com a do pai dominante, como também das médias das classes dominantes do  $F_2$  e do retrocruzamento com o mesmo pai.

Todavia, êsse efeito sobredominante não pode ser atribuído ao gene principal o qual tem efeito dominante e sim aos genes modificadores. Assim, as médias das classes dominantes do  $F_2$  e retrocruzamento com o pai recessivo são menores que a média do  $F_1$  e também as médias das classes recessivas do  $F_2$  e do mesmo retrocruzamento são maiores que a do pai recessivo.

Quadro XXIII

Comparação	Médias (cm)		g.l.	Valor t
$F_1$ v.s. Pai dominante	182,15	134,95	123	+40,00 <sup>+++</sup>
$F_2$ dominante v.s. Pai dominante	147,27	134,95	258	+ 5,65 <sup>+++</sup>
$F_2$ dominante v.s. $F_1$	147,27	182,15	255	-15,93 <sup>+++</sup>
$RC_1$ dominante v.s. Pai dominante	152,08	134,95	146	+ 6,12 <sup>+++</sup>
$RC_1$ dominante v.s. $F_1$	152,08	182,15	143	-10,74 <sup>+++</sup>
$F_2$ dominante v.s. $RC_1$ dominante	147,27	152,08	278	- 1,43N.S
$F_2$ recessivo v.s. Pai recessivo	54,15	40,15	133	+ 9,72 <sup>+++</sup>
$RC_1$ recessivo v.s. Pai recessivo	55,82	40,15	121	+14,92 <sup>+++</sup>
$F_2$ recessivo v.s. $RC_1$ recessivo	54,15	55,82	108	- 1,17N.S

No que diz respeito aos desvios padrão, o efeito dos genes modificadores nas classes dominantes do  $F_2$  e do retrocruzamento com o pai recessivo ( $RC_1$ ) é muito forte, aumentando o desvio padrão aproximadamente 4 vezes em relação ao desvio padrão médio balanceado dos pais e  $F_1$ . Por outro lado, novamente o efeito da segregação dos genes modificadores nas classes recessivas aumenta o desvio padrão em 1,45 vezes no  $F_2$ , não causando aumento no  $RC_1$ .



Quadro XXIV

Cruzamento B	$\bar{x}$	s	Teta	g.l.
P <sub>1</sub>	40,15	6,58	-	187
P <sub>3</sub>	134,95			
F <sub>1</sub>	182,15			
Geração F <sub>2</sub>				
Classe dominante	147,27	28,28	4,30 <sup>+++</sup>	195
Classe recessiva	54,15	9,56	1,45 <sup>+++</sup>	60
Geração RC <sub>1</sub>				
Classe dominante	152,08	24,54	3,73 <sup>+++</sup>	83
Classe recessiva	55,82	5,10	0,78N.S.	48

Os dados do Quadro XVII e o histograma relativos ao cruzamento com o pai dominante (fig.6) confirmam essas conclusões a respeito da presença de uma ação gênica monofatorial com dominância e mais ação de genes modificadores com efeitos sobredominantes.

#### Cruzamento C:

Neste cruzamento, como era de se esperar, não houve segregação para o gene principal dominante, já que o mesmo se encontra presente, em ambos os cultivares, na forma homocigota, como mostram os histogramas relativos ao referido cruzamento (figs. 7, 8 e 9).

A média do F<sub>1</sub>, porém, é levemente superior, significativamente, a média do pai maior, mostrando assim, um pequeno grau de sobredominância. A média do F<sub>2</sub>, por sua vez, é estatisticamente inferior às médias do pai maior, do F<sub>1</sub> levemente heterótico e do retrocruzamento com o pai maior, mostrando claramente a segregação mendeliana de genes modificadores. De fato, ela se aproxima bastante da média aritmética entre as médias dos dois pais, sem entretanto, atingi-la. O retrocruzamento para o pai maior mantém sua média no nível da média da geração F<sub>1</sub> e assim continua mostrando a leve sobredominância. Os dados completos a respeito da análise dessas médias aparecem no Quadro XX.

No que diz respeito à análise dos desvios padrão do F<sub>2</sub> e retrocruzamento (Quadro XVIII), pode-se constatar que os mesmos são significativamente maiores do que o desvio padrão médio dos pais e F<sub>1</sub>, comprovando assim a existên

cia de genes modificadores em segregação.

Do exame do conjunto de todos os dados referentes aos cultivares México 450 e Costa Rica, pode-se concluir que os mesmos se distinguem por seu complexo modificador o qual contém alguns genes de efeitos sobredominantes além de outros efeitos aditivos ou dominantes.

Fazendo-se um resumo dos três cruzamentos em conjunto, pode-se verificar que os dois cultivares de hábito de crescimento indeterminado possuem, em forma homozigota, um gene dominante que controla o caráter comprimento da haste principal e que dá uma simples segregação mendeliana quando, cada um desses cultivares, for cruzado com o cultivar Goiano, portador do alelo recessivo em homozigose. Portanto, do cruzamento dos dois primeiros, não haverá nenhuma segregação mendeliana para esse gene.

Além disso, estão em jôgo genes modificadores com tendência de reforçar o efeito dominante. Uma parte desses modificadores para comprimento da haste principal no pai intermediário (México 450), mostra um forte efeito heterótico quando combinada com os modificadores do pai menor (Goiano), e um fraco efeito heterótico quando combinada com os modificadores do pai maior (Costa Rica).

Os demais modificadores têm efeitos dominantes ou aditivos, sem que a análise permitisse uma decisão mais exata.

Comparando-se os resultados da parte 4.2 com a parte 4.1 deste capítulo, verifica-se que os mesmos não estão, de nenhum modo, em contradição. Assim sendo, no cruzamento A, tanto a segregação básica como o valor obtido para  $\bar{a}$ , indicam dominância. Nos outros dois cruzamentos nota-se indicação de sobredominância tanto pelo valor  $\bar{a}$  obtido como pela ação dos modificadores heteróticos do cultivar México 450. O valor do grau médio de dominância referente ao cruzamento B, representa a média balanceada da ação dos modificadores de leve efeito sobredominante e de efeito dominante ou aditivo.

## 5 - DISCUSSÃO

Do exame simultâneo dos dados que obtivemos no presente trabalho e das conclusões a que chegaram os vários autores que trabalharam dentro deste problema, podemos concluir que o controle genético do caráter comprimento da haste principal no feijoeiro, aparentemente simples pela existência de um gene principal, torna-se bastante complexo devido à influência de outros fatores genéticos atuantes como modificadores do primeiro. A natureza destes modificadores e, conseqüentemente, seu efeito, nos pareceram corresponder mais propriamente aos atributos de variedades do que da espécie. Talvez tenha sido este o motivo pelo qual os autores tenham chegado a conclusões um tanto discordantes entre si no tocante a certos pormenores, embora não tenha havido discordância no que diz respeito ao controle monofatorial do caráter. Para justificar esta observação seria interessante acrescentar, de forma resumida, as principais conclusões a que chegaram êsses autores no estudo da herança do caráter comprimento da haste principal.

Norton (1915), admitiu que o caráter comprimento da haste seria governado por um gene principal identificado com o símbolo L. Entretanto, verificou a ocorrência, na geração  $F_2$  de formas intermediárias as quais não foram agrupadas em classes devido ao fato do comprimento da haste principal apresentar diferentes graus de desenvolvimento entre os limites dos dois pais. Da observação de tal fato o autor concluiu pela presença, provavelmente, de uma série de dois ou mais genes  $L_1$ ,  $L_2$ , etc. que êle chamou de fatores polímeros governando a herança do caráter.

Emerson (1916), chegou às mesmas conclusões de Norton no tocante ao controle monofatorial do caráter. Porém admitiu a possibilidade da existência de um controle quantitativo para explicar o elevado grau de variação das plantas na geração  $F_2$  em relação ao comprimento da haste.

Kooiman (1931), admitiu a presença de uma série de fatores menores que poderiam influenciar principalmente o comprimento da haste e, com isso, originar vários tipos de plantas.

Frazier et al. (1958), chegaram à conclusão que o comprimento da haste seria controlado por um gene principal, mas não rejeitou a possibilidade da presença de genes de ação menor.

Coyne (1965), analisando as médias das gerações paternas e da geração  $F_1$  em dois cruzamentos envolvendo três cultivares diferentes entre si para o caráter altura de planta, concluiu pela ocorrência de ação heterótica.

Analisando todos êsses resultados julgamos que para se estudar a herança do caráter comprimento da haste principal no feijoeiro, deve-se levar em consideração uma série de cálculos e análises entre os quais podemos destacar

os seguintes:

1 - Detecção dos limites das classes fenotípicas que possam ocorrer nas gerações segregantes  $F_2$  e retrocruzamentos, pela organização de histogramas de frequências dos valores fenotípicos dos indivíduos a elas pertencentes.

2 - Determinação do valor do grau médio de dominância dos fatores responsáveis pelo controle genético do caráter e do coeficiente de herdabilidade do mesmo.

3 - Comparação por testes de significância, entre as médias correspondentes às diferentes gerações.

4 - Aplicação de testes de significância para a comparação entre as estimativas da variação das diferentes classes segregantes e das gerações não segregantes.

Considerando-se conjuntamente essa série de cálculos e análises, pode-se ter uma idéia, pelo menos bastante aproximada, do tipo de herança do caráter em questão.

Quanto às conclusões de Norton e Emerson, relativas à presença de um controle genético monofatorial do caráter comprimento da haste principal, parece não haver a menor dúvida pois tal controle genético ficou demonstrado claramente, com apóio no teste de  $x^2$ , nas gerações  $F_2$  e retrocruzamentos que envolveram os cultivares com os quais trabalhamos.

Por outro lado, êsses mesmos autores não puderam chegar a uma conclusão definitiva em relação à presença de modificadores. Viram apenas, a possibilidade da presença de fatores polímeros ou quantitativos implicados na herança do comprimento da haste, devido à observação de muita variação na altura das plantas, dificultando o agrupamento em classes fenotípicas na geração  $F_2$ . Um aumento da variação de cada classe segregante da geração  $F_2$  e retrocruzamentos, tanto em relação ao  $F_1$  como em relação aos pais, foi observado por nós, nos três cruzamentos, que efetuamos. Isso nos leva a concluir pela presença de genes modificadores. A natureza do efeito dêstes modificadores, porém, não pôde ser determinada somente por êste aumento de variabilidade. Na decisão relativa à natureza dos efeitos dêsses modificadores, consideramos não somente os resultados obtidos nos testes de significância para os contrastes entre a média do pai dominante e a do  $F_1$ , como também os valores obtidos para o grau médio de dominância. Os resultados numéricos nos levam a admitir uma diversidade dos efeitos dos modificadores nos diferentes cultivares. Assim, por exemplo, no cultivar México 450 notamos uma ação heterótica muito intensa dos genes modificadores no cruzamento com o cultivar Goiano e fraca ação heterótica, no cruzamento com o cultivar Costa Rica, de acôrdo com o que ficou exposto no capítulo anterior (pg. 31). Por outro lado, no cultivar Costa Rica o complexo modificador já não apresenta ação heterótica e sim dominante ou aditiva.

Quanto aos resultados a que chegou Kooiman, admitindo a presença de genes modificadores na herança do caráter comprimento da haste principal devido à existência de tipos intermediários para altura de planta, foram os mesmos con-firmados nos cruzamentos que efetuamos, embora não encontramos plantas que pudessem ser classificadas como tipos intermediários. No entanto os resultados obtidos por êsse autor podem ser consequência do fato de êle ter considerado no seu trabalho vários caracteres simultaneamente, em cultivares cujos genes modificadores poderiam ter ação mais intensa do que naqueles com que trabalhamos.

Quanto aos dados apresentados por Frazier et al., nos parece bastante clara a conclusão da presença de um gene principal controlando o caráter, comprimento da haste, embora os autores tenham pensado na possibilidade alternativa da presença de genes de ação menor para recuperar o tipo de planta com haste curta. A significância obtida para o  $\chi^2$  sôbre a hipótese 63:1 na geração  $F_2$  do cruzamento Seminole x Blue Lake, nos parece consequência da presença de modificadores que estariam alterando o comprimento da haste das plantas homozigotas recessivas ao ponto de determinar a sua localização na outra classe fenotípica.

Com relação aos resultados obtidos por Coyne, apenas os que dizem respeito ao caráter altura de planta podemos comentar e, nesse particular, os dados que obtivemos confirmam aqueles citados pelo autor. Assim sendo, encontramos também ação heterótica para os genes modificadores do gene principal que controla o caráter comprimento da haste principal nos cruzamentos Goiano x Méxi-co 450 e Costa Rica x México 450.

Considerando todos os dados que obtivemos nos três cruzamentos efetuados somos levados a concluir que o controle genético do caráter comprimento da haste está sujeito a duas influências principais. Destas a mais importante se refere à presença de um gene principal e a outra, à genes modificadores.

Conforme a natureza dos cultivares implicados no cruzamento, a presença do controle monofatorial pode ser detectada pela simples constatação de segregação dentro das proporções esperadas.

Para o cruzamento que reúne cultivares dominantes para o gene principal, como não ocorre, evidentemente, segregação para a classe recessiva, o efeito dos modificadores pode ser facilmente reconhecido pela determinação do grau médio de dominância. Assim sendo para o cruzamento entre os cultivares México 450 x Costa Rica o valor 1,19 do grau médio de dominância está indicando presença de ação sobredominante dos modificadores.

6 - RESUMO E CONCLUSÕES

Com a finalidade de estudar a herança do caráter comprimento da haste principal no feijoeiro, (Phaseolus vulgaris L.) foram escolhidos os cultivares Goiano, Costa Rica e México 450, os quais contrastaram no tocante ao caráter mencionado. Foi feita uma série de cruzamentos e retrocruzamentos de cujas análises foi possível chegar a algumas conclusões.

O cultivar Goiano de hábito de crescimento determinado e porte baixo, foi cruzado com o cultivar Costa Rica de hábito de crescimento indeterminado e porte alto e também com o cultivar México 450 de crescimento indeterminado e porte intermediário. Finalmente, foi feito um terceiro cruzamento entre os dois cultivares de hábito de crescimento indeterminado.

Para a determinação da variância fenotípica total relativa ao comprimento da haste principal, foram obtidas gerações  $F_1$ ,  $F_2$  e retrocruzamentos para cada pai, as quais, juntamente com as gerações paternas foram plantadas de acordo com o delineamento experimental em blocos ao acaso.

Pela análise da variância fenotípica total de cada geração e utilizando o método de Mather, determinamos os parâmetros genéticos variância aditiva e variância dominante com os quais calculamos o grau médio de dominância dos fatores responsáveis pela herança do caráter e o coeficiente de herdabilidade do mesmo, obtendo os seguintes dados:

Cruzamento A:	$h^2 = 0,62 \pm 0,12$	$\bar{a} = 1,10 \pm 0,29$
" B:	$h^2 = 0,58 \pm 0,23$	$\bar{a} = 1,17 \pm 0,65$
" C:	$h^2 = 0,50 \pm 0,39$	$\bar{a} = 1,19 \pm 0,35$

Pelo exame dos histogramas de frequência das diferentes classes do comprimento da haste principal referentes ao  $F_2$  e retrocruzamentos verificamos a presença de segregação monofatorial com dominância.

Pelas comparações das médias das diferentes gerações e das classes segregantes por meio do teste t e pela análise da variação dos mesmos grupos por meio do teste t<sub>éta</sub>, concluímos admitindo a presença de um complexo modificador acompanhando o gene principal na herança do caráter.

A natureza do efeito desse complexo modificador mostrou ser atributo próprio de cada cultivar. No cruzamento entre os cultivares Goiano x Costa Rica assinalamos a presença de genes modificadores dominantes ou aditivos. Nos cruzamentos envolvendo o cultivar México 450 com os outros dois, assinalamos a presença de genes modificadores com efeito sobredominante, como confirmam os valores mais altos do grau médio de dominância, 1,17 e 1,19.

7 - BIBLIOGRAFIA

- COMSTOCK, R.E. e H.P.ROBINSON. 1948. The Components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics* 4 (4): 254-66.
- COYNE, D.P. 1965. Component interaction in relation to heterosis for plant height in Phaseolus vulgaris L. variety crosses. *Crop Science*, 5 (1): 17-18.
- EMERSON, R.A. 1904. Heredity in bean hybrids. 17th Ann.Rept.Nebr.Agr.Exp.St. 33-68.
- \_\_\_\_\_ 1916. Genetic study of plant height in Phaseolus vulgaris L. 16th Figs. Res.Bull. 7, Nebr.Agr.Exp.St. 73p.
- FRAZIER, W.A., J.R.BAGGETT e W.A.SISTRUNK. 1958. Transfer of certain Blue Lake pole bean pod characters to bush beans. *Amer.Soc.Hort.Sci. Proc.* 71: 416-21.
- FRUWIRTH, C. 1924. Handbuch der Landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung, Bd.III, Die Züchtung von Kartoffel, Erdbirne, Lein, Hanf, Tabak Hopfen, Buchweizen, Hülsenfrüchtlern und Klee artigen Futterpflanzen. 16 and 245p. 5 e Aufl.Berlin, Parey. (Apud KOOIMAN, H.N. 1931).
- KOOIMAN, H.N. 1931. Monograph on the Genetics of Phaseolus. *Bibliographia Genetica* 8: 295-413.
- LAMPRECHT, H. 1947. The inheritance of the Slender-Type of Phaseolus vulgaris and some other results. *Agri Hortique Genetica* 5 (3-4): 72-84.
- MATHER, K. 1949. *Biometrical Genetics*. New York, Dover Publication. 162p.
- Mc.ROSTIE, G.P. 1919. Inheritance of anthracnose resistance as indicated by a cross between a resistant and a susceptible bean. *Phytopath.* 9, 141-49.
- NORTON, J.B. 1915. Inheritance of habit in the common bean. *Amer. Nat.* 49: 242-61.
- PRAKKEN, R. 1937. Linkage relations in Phaseolus vulgaris L. *Genetica* 19: 242-72.
- SURFACE, F.M. 1916. A note on the inheritance of eye pattern in beans and its relation to type of vine. *Am.Nat.* 50: 577-86.

- TEN DOORNKAAT KOOLMAN, H. 1927. Die Brennfleckenkrankheit der Gartenbohne im Lichte der Vererbung. Versuche zur Immunitätszüchtung bei Phaseolus vulgaris gegenüber Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) und seinen Biotypen. W. 14 textfigs. a. 7 pl. Inaug.Diss. Bonn-Poppelsdorf. Forsch. a. d. Gebiet d. Pfl. Krankh. 4, 112-232. (Apud KOOLMAN, H.N. 1931).
- TJEBBES, K., e H.N.KOIMAN. 1921. Erfelijkheidsonderzoekingen bij boonen. IV. Over den streepingsfactor. Een geval van volkomen afstooting tusschen twee factoren. (On the striping factor. A case of complete repulsion between two factors). V. Analyse eener spontane kruising van de stok-kievitsboon (Analysis of a spontaneous cross of the Speckled Cranberry bean). Genetica 3, 28-49. (Apud KOOLMAN, H.N. 1931).
- TSCHERMAK, E. 1904. Die Theorie der Kryptomerie und des Kryptohybridismus Beitr.Bot.Centrbl. 16, 11-35. (Apud KOOLMAN, H.N. 1931).
- 
1912. Bastardierungsversuche and Levkojen, Erbsen und Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre. Zschr.Ind.Abst. u. Vererb. 7, 81-234. (Apud KOOLMAN, H.N. 1931).



AGRADECIMENTOS

O autor é sinceramente grato a todos aqueles que de um modo ou de outro o auxiliaram na realização deste trabalho e em especial às seguintes pessoas:

Ao Prof. Associado Dr. José Teophilo do Amaral Gurgel, nosso conselheiro principal, pela orientação do presente trabalho;

Ao Prof. F. G. Brieger, Catedrático de Genética e Citologia da E. S. A. "Luiz de Queiroz" e Diretor do Instituto de Genética, pelo incentivo e apôio bem como pelos valiosos ensinamentos que contribuíram para a realização desta tese;

Aos Drs. Ernesto Paterniani e Almiro Blumenschein pelas críticas e sugestões construtivas;

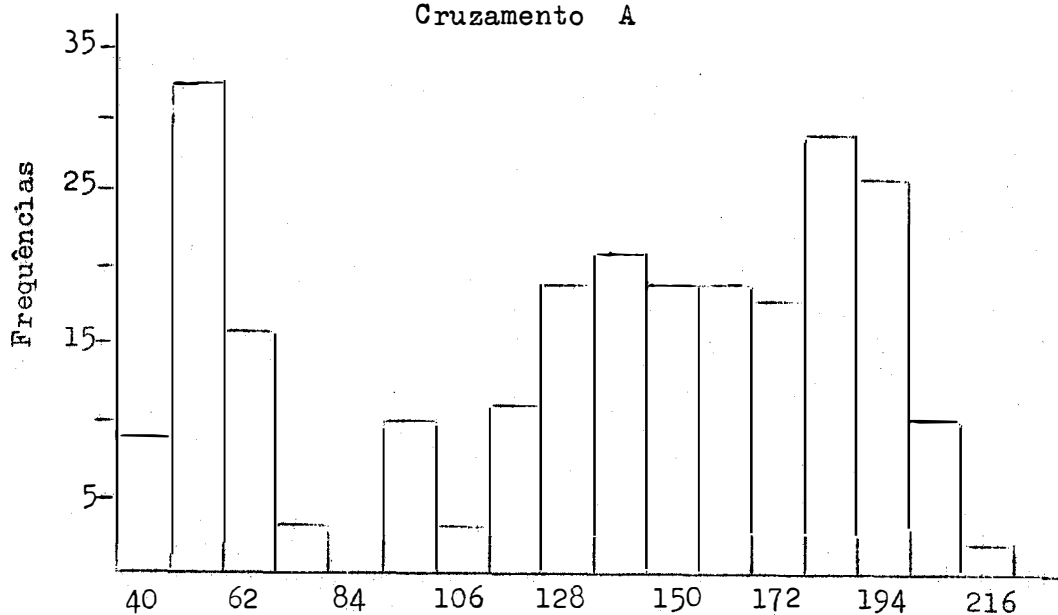
Ao colega Dr. Lamartine A. da Cunha Filho pelas críticas valiosas e correção do texto;

Aos funcionários da Cadeira e Instituto de Genética que auxiliaram na análise dos dados e na impressão desta tese.

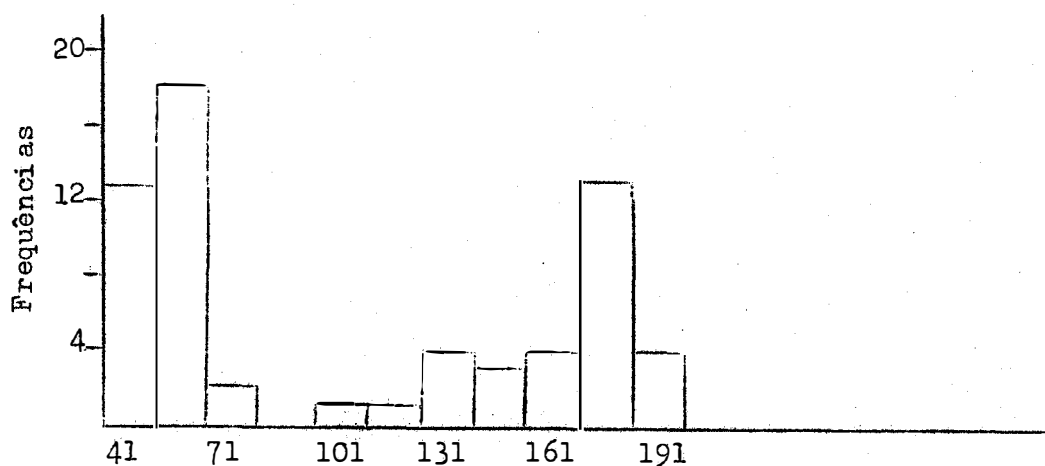
Finalmente, queremos consignar nossos agradecimentos à Divisão de Cooperação Intelectual do Ministério de Relações Exteriores (Itamarati) pelo auxílio financeiro concedido.

HISTOGRAMAS

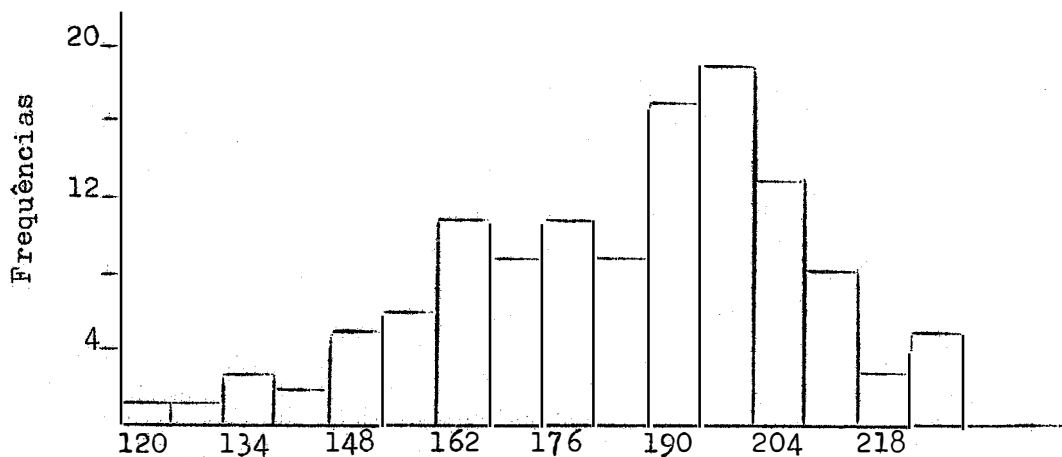
Cruzamento A



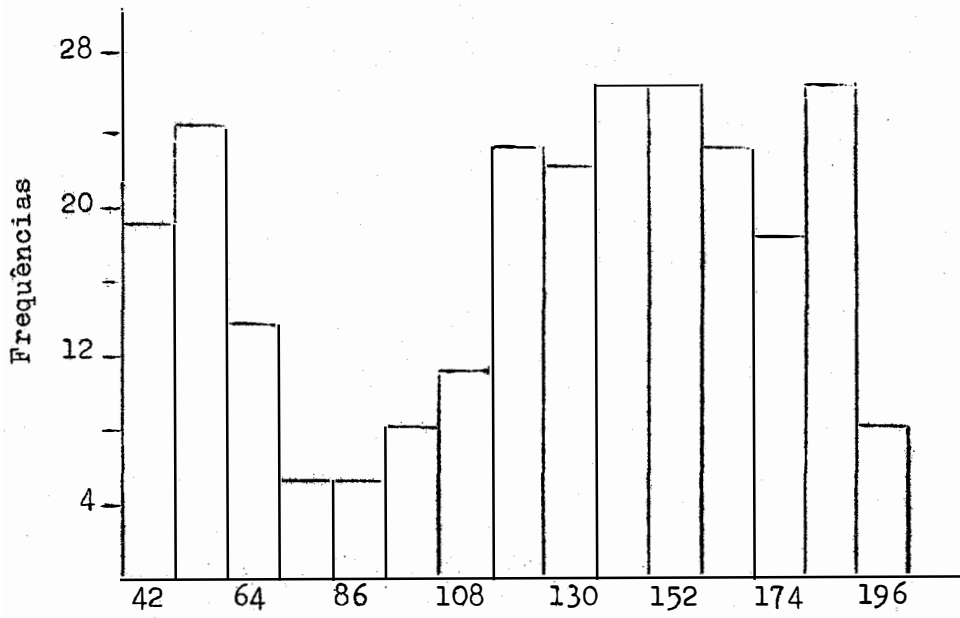
F<sub>2</sub>. Comprimento da Haste (cm).  
Figura 1



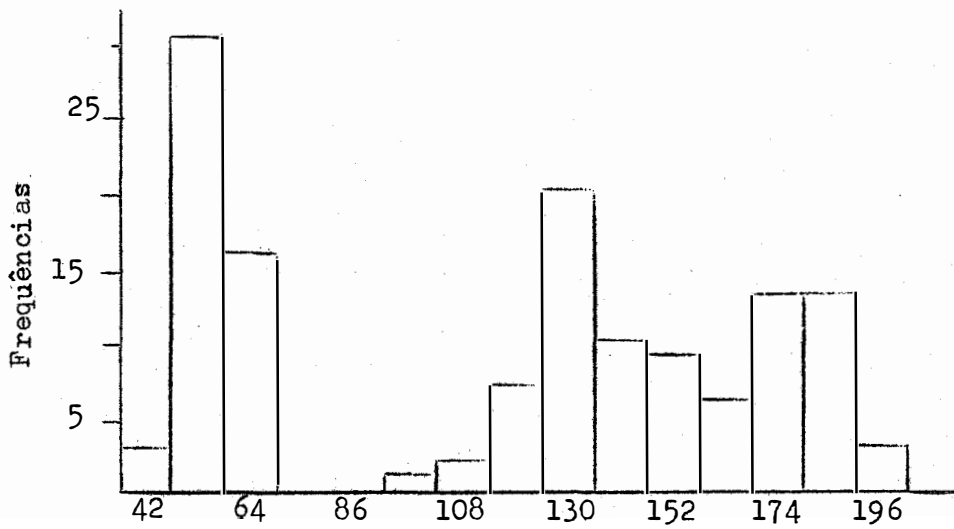
RC<sub>1</sub>. Comprimento da Haste (cm).  
Figura 2



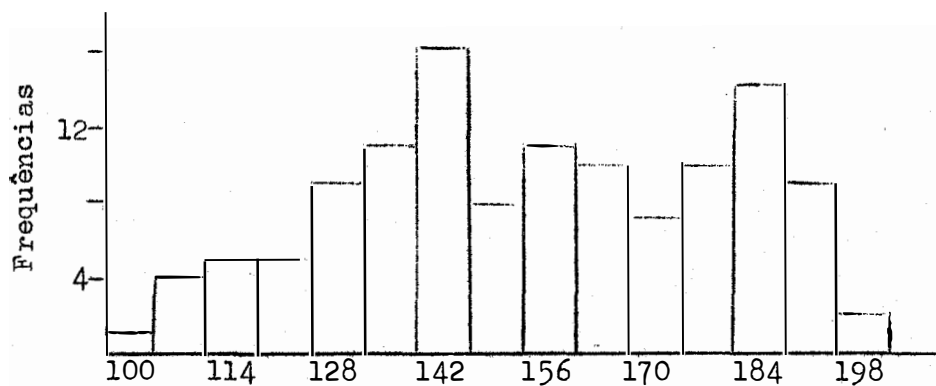
RC<sub>2</sub>. Comprimento da Haste (cm)  
Figura 3



F<sub>2</sub>. Comprimento da Haste (cm).  
Figura 4

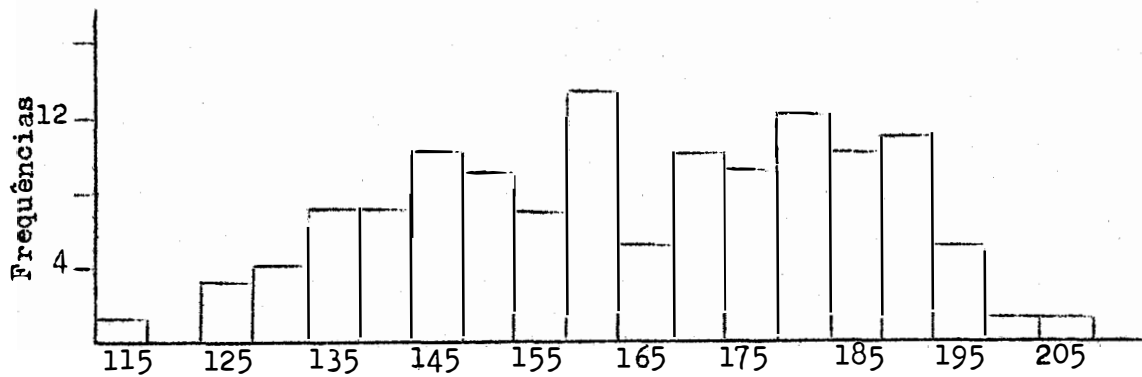


RC<sub>1</sub>. Comprimento da Haste (cm)  
Figura 5

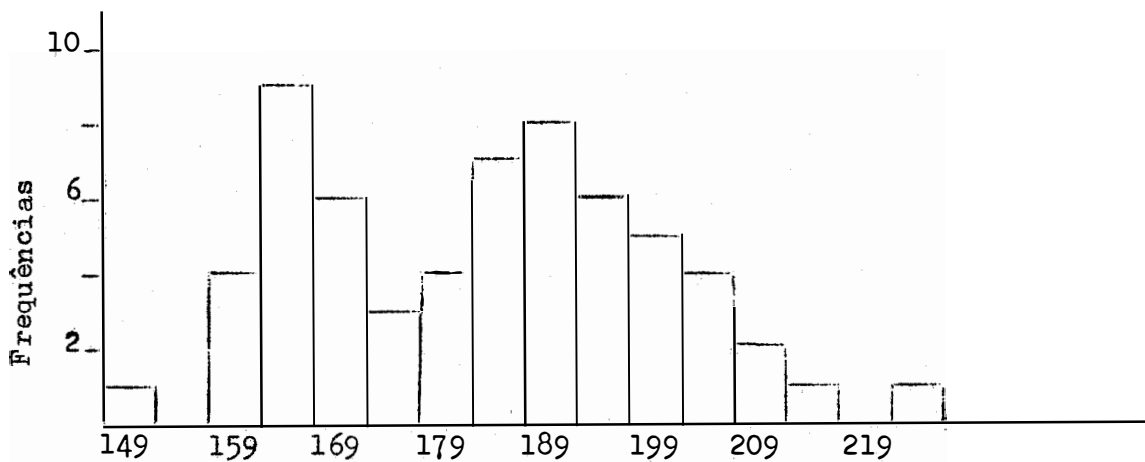


RC<sub>3</sub>. Comprimento da Haste (cm).  
Figura 6

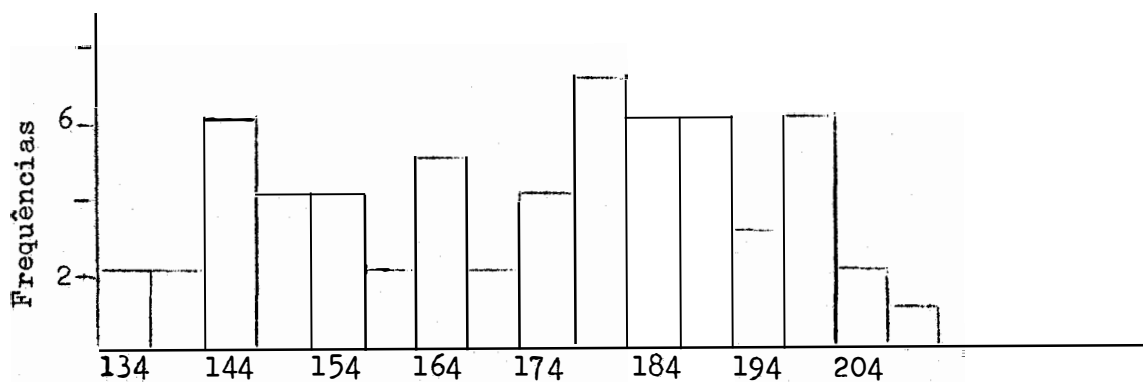
Cruzamento C.



F<sub>2</sub>. Comprimento da Haste (cm).  
Figura 7



RC<sub>2</sub>. Comprimento da Haste (cm).  
Figura 8



RC<sub>3</sub>. Comprimento da Haste (cm).  
Figura 9

DADOS EXPERIMENTAIS

Comprimento da haste principal das plantas em centímetros.

Cruzamento A: Goiano ( $P_1$ ) x Costa Rica ( $P_2$ ).BLOCO I

Valores $P_1$				Valores $P_2$			Valores $F_1$					
<u>Nº 119</u>				<u>Nº 127</u>			<u>Nº 124</u>					
34	38	39	42	168	166	184	190	174	178			
38	35	42	41	175	186	177	168	185	188			
36	36	36	44	174	182	180	158	189	180			
38	39	41		180	174	185	183	175	174			
36	37	36		179	188	171	186	170	175			
Valores $F_2$												
<u>Nº 120</u>			<u>Nº 121</u>			<u>Nº 122</u>			<u>Nº 126</u>			
125	198	165	173	162	75	180	207	184	170	192	140	174
95	180	178	115	40	145	170	52	177	140	150	130	
145	135	54	168	48	48	205	198	95	46	54	186	
50	96	190	158	46	180	128	138	174	196	47	175	
48	138	186	45	100	184	54	156	180	190	155	180	
Valores $RC_1$				Valores $RC_2$								
<u>Nº 125</u>				<u>Nº 123</u>				<u>Nº 128</u>				
50	128	47	44	202	125	145	187	202	172			
47	48	181		200	176	182	201	220	186			
95	184	165		198	205	189	190	210	160			
45	170	52		120	172	191	191	178	158			
172	50	176		207	178	136	198	164	145			

BLOCO II

Valores P <sub>1</sub>				Valores P <sub>2</sub>			Valores F <sub>1</sub>		
<u>Nº 201</u>				<u>Nº 206</u>			<u>Nº 204</u>		
37	37	40	42	175	183	165	185	171	191
36	43	39	44	180	177	185	190	188	167
42	39	37	41	188	169	180	168	180	172
36	38	39	37	178	172	175	174	169	192
42	38	39		170	178	170	170	175	178

Valores F<sub>2</sub>

<u>Nº 203</u>			<u>Nº 207</u>			<u>Nº 208</u>			<u>Nº 209</u>		
128	132	144	187	149	157	40	172	62	165	92	127
165	90	55	158	45	125	70	58	185	145	41	136
52	49	188	135	180	46	198	48	115	54	200	193
197	134	177	160	48	182	44	126	160	46	132	195
183	167	195	168	140	56	199	152	158	128	78	182

Valores RC<sub>1</sub>Valores RC<sub>2</sub>

<u>Nº 210</u>			<u>Nº 202</u>			<u>Nº 205</u>		
55	57	50	220	132	192	196	222	197
54	60	59	197	174	198	210	205	150
170	46	185	225	206	185	227	145	175
180	41	65	223	195	140	205	174	200
58	42	177	175	141	207	212	182	152

BLOCO III

Valores P <sub>1</sub>				Valores P <sub>2</sub>				Valores F <sub>1</sub>		
<u>Nº 328</u>				<u>Nº 324</u>				<u>Nº 326</u>		
41	38	37	43	166	190	176	176	165	182	181
39	36	38	41	192	175	180	190	167	180	169
40	38	44	42	174	178	185		154	174	172
39	41	36		180	188	174		168	165	176
43	36	38		185	170	178		170	168	178

Valores  $F_2$

<u>Nº 319</u>				<u>Nº 320</u>				<u>Nº 321</u>				<u>Nº 327</u>			
198	67	94	44	128	56	182	198	158	174	118	44	120	168		
164	200	205	42	50	142		194	186	58	146	155	52			
189	98	56	121	135	102		66	106	202	50	203	60			
182	152	46	138	187	60		135	98	131	161	212	105			
131	154	54	152	210	175		215	47	122	178	47	190			

Valores  $RC_1$

Valores  $RC_2$

<u>Nº 325</u>				<u>Nº 322</u>				<u>Nº 323</u>			
115	140	65	166	187	217	194	148	212	188	170	
197	48	172	207	152	165	193	200	165			
165	54	175	210	135	172	225	175	187			
42	124	42	191	158	188	208	160	190			
124	60	48	166	175	200	194	181	191			

BLOCO IV

Valores  $P_1$

Valores  $P_2$

Valores  $F_1$

<u>Nº 428</u>				<u>Nº 423</u>				<u>Nº 421</u>			
38	37	44	41	176	168	167	190	170	185		
40	41	41	44	160	182	177	175	173	180		
42	40	40	44	187	180	183	184	179	168		
39	37	45	174	175	171	172	181	182			
38	42	43	170	164	178	188	190	177			

Valores  $F_2$

<u>Nº 419</u>				<u>Nº 420</u>				<u>Nº 422</u>				<u>Nº 424</u>			
158	124	176	195	202	124	142	58	175	65	155	195	194	135	58	145
134	118	142	178	152	137	183	62	162	162	127	136	52			
58	60	155	190	160	115	128	180	131	205	95	60				
176	55	65	166	52	179	136	195	56	198	155	115				
180	120	198	57	195	181	198	117	125	184	190	150				

Valores RC <sub>1</sub>				Valores RC <sub>2</sub>						
<u>Nº 427</u>				<u>Nº 425</u>			<u>Nº 426</u>			
168	50	52	55	198	160	180	197	172	210	200
54	175	137		202	164	159	195	190	185	155
52	191	59		205	210	170	206	186	191	
178	42	145		184	179	168	190	160	197	
180	170	150		194	155	162	162	171	173	

Cruzamento B: Goiano (P<sub>1</sub>) x México 450 (P<sub>3</sub>)

BLOCO I

Valores P <sub>1</sub>				Valores P <sub>3</sub>			Valores F <sub>1</sub>		
<u>Nº 118</u>				<u>Nº 116</u>			<u>Nº 113</u>		
40	37	42	42	140	120	141	180	188	178
39	38	42	44	138	129	138	190	191	180
36	45	40	39	130	120	142	195	187	174
41	36	38		128	136	134	193	199	190
43	40	37		135	134	129	197	194	175

Valores F <sub>2</sub>													
<u>Nº 108</u>			<u>Nº 111</u>				<u>Nº 112</u>			<u>Nº 117</u>			
162	144	53	158	168	152	45	140	60	110	132	155	50	190
158	55	116	154	61	44	50	142	58	117	147	174	95	150
137	148	60	90	155	145		63	74	145		110	94	120
114	122	188	166	154	120		88	122	62		140	120	56
141	183	175	150	112	153		115	128	130		54	160	100

Valores RC <sub>1</sub>							Valores RC <sub>3</sub>						
<u>Nº 109</u>			<u>Nº 115</u>				<u>Nº 110</u>			<u>Nº 114</u>			
200	182	195	50	55	54	140	198	131	190	195	140	138	141
138	65	125	188	125	192	58	182	115	150	170	155	182	
178	147	175	170	52	135	62	186	165	173	160	185	188	
174	54	140	183	57	177		152	123	158	145	162	155	
55	124	115	180	60	132		110	127	185	140	135	128	



BLOCO II

Valores $P_1$				Valores $F_1$				Valores $P_3$			
<u>Nº 228</u>				<u>Nº 220</u>				<u>Nº 223</u>			
38	39	40	38	168	166	194		155	134	125	
41	37	38	44	183	190	185		130	131	133	
43	37	40	42	174	164	172		136	140	132	
38	42	42		178	171	175		128	142	145	
41	41	39		180	175	181		132	137	150	

Valores $F_2$													
<u>Nº 219</u>			<u>Nº 222</u>			<u>Nº 224</u>			<u>Nº 225</u>				
145	50	140	45	170	154	186	145	118	45	125	166	148	58
100	141	150	135	102	124		136	43	44	122	142	80	125
105	60	155	68	75	60		170	122	43	112	127	82	137
90	180	48	105	80	184		98	104	150		44	74	128
165	115	175	165	115	195		95	148	165		47	53	124

Valores $RC_1$						Valores $RC_3$							
<u>Nº 218</u>			<u>Nº 227</u>			<u>Nº 221</u>			<u>Nº 226</u>				
140	125	51	130	148	60	182	160	180	142	158	115	185	
135	50	155	165	54	58	126	130	175	110	118	180	115	
117	56	120	54	56	55	159	117	164	145	143	138	142	
46	140	180	144	52	52		105	110	170	192	128	182	
42	130	174	58	184	48		132	100	115	150	120	131	

BLOCO III

Valores $P_1$				Valores $P_3$				Valores $F_1$		
<u>Nº 301</u>				<u>Nº 309</u>				<u>Nº 310</u>		
41	43	41	36	128	144	140	148	181	190	192
39	37	38	44	137	130	138	150	195	172	190
40	40	44	37	124	134	126		193	180	183
37	43	42	43	131	131	120		185	170	171
38	39	45		142	128	141		176	178	179

Valores  $F_2$

<u>Nº 302</u>				<u>Nº 304</u>				<u>Nº 306</u>				<u>Nº 308</u>		
145	115	120	178	147	90	180	54	163	45	135	159	143	132	43
44	183	125		144	130	185		60	174	158	161	46	140	127
118	174	118		175	56	148		106	126	177		55	128	45
191	134	44		153	122	160		153	42	168		175	198	182
50	62	160		188	58	52		53	98	155		158	112	153

Valores  $RC_1$

Valores  $RC_3$

<u>Nº 307</u>				<u>Nº 311</u>				<u>Nº 303</u>			<u>Nº 305</u>		
160	48	61	110	185	130	61	47	141	155	151	176	162	184
62	146	178		152	151	148	120	138	135	137	148	151	165
56	60	152		52	54	182	125	136	134	130	142	181	137
58	118	132		178	155	56		184	178	188	156	118	144
180	59	136		170	60	172		130	163	128	140	124	139

BLOCO IV

Valores  $P_1$

Valores  $P_3$

Valores  $F_1$

<u>Nº 401</u>				<u>Nº 410</u>				<u>Nº 404</u>			
41	43	38	39	144	146	137	128	196	190	171	187
42	38	44	37	150	128	145	133	178	185	175	
42	37	41	39	138	134	142		180	183	182	
37	39	43	42	132	122	126		175	170	177	
38	43	42		125	131	140		192	188	180	

Valores  $F_2$

<u>Nº 402</u>				<u>Nº 403</u>				<u>Nº 405</u>				<u>Nº 407</u>		
190	155	176	194	184	180	175	188	144	155	108	125	144	157	138
127	164	187	166	105	152	181	174	128	52		45	186	120	142
45	175	191		140	52	63	60	137	179		194	50	45	
178	135	144		65	186	134	190	166	183		182	181	184	
48	125	50		158	118	173	57	191	187		190	168	193	

Valores RC <sub>1</sub>								Valores RC <sub>3</sub>						
<u>Nº 406</u>				<u>Nº 411</u>				<u>Nº 408</u>			<u>Nº 409</u>			
182	55	98	130	185	170	172	132	192	180	151	166	154	185	150
163	58	62	118	132	183	166		185	158	155	190	141	158	
48	127	157		58	59	60		174	170	140	175	172	164	
131	135	128		160	128	65		137	190	154	182	180	168	
178	172	60		62	137	142		144	188	173	187	191	177	

Cruzamento C: Costa Rica (P<sub>2</sub>) x México 450 (P<sub>3</sub>)

BLOCO I

Valores P <sub>2</sub>				Valores P <sub>3</sub>				Valores F <sub>1</sub>			
<u>Nº 103</u>				<u>Nº 105</u>				<u>Nº 106</u>			
175	184	165	185	142	137	132	132	180	182	180	178
180	170	171		140	127	125	134	178	187	184	
175	176	182		134	141	134	128	178	188	202	
182	180	169		120	138	129		179	184	170	
180	172	175		131	126	125		175	186	181	

Valores F <sub>2</sub>				Valores RC <sub>2</sub>				Valores RC <sub>3</sub>						
<u>Nº 101</u>				<u>Nº 104</u>				<u>Nº 102</u>			<u>Nº 107</u>			
155	115	151	178	178	155	160	137	164	158	168	200	145	172	138
140	126	162	162	182	158	192		166	184	163	187	150	180	
145	137	136	181	190	156	194		160	190	165	210	177	192	
164	143	143		145	185	196		192	170	166	182	165	177	
170	184	176		178	174	131		164	149	171	198	190	155	

BLOCO II

Valores P <sub>2</sub>			Valores P <sub>3</sub>			Valores F <sub>1</sub>			
<u>Nº 216</u>			<u>Nº 212</u>			<u>Nº 217</u>			
185	168	180	141	142	155	182	174	198	174
187	170	162	138	134	128	194	191	172	
176	175	184	133	125	131	200	187	194	
174	183	175	144	139	136	178	185	183	
180	172	168	158	135	145	185	202	190	

Valores $F_2$				Valores $RC_2$				Valores $RC_3$							
<u>Nº 211</u>				<u>Nº 213</u>				<u>Nº 214</u>				<u>Nº 215</u>			
185	163	145	170	141	156	168	165	200	181	166	173	136	134		
174	150	152	174	177	153	175	175	158	180	185	187	181			
170	184	148	204	194	145	190	190	161	193	183	149	168			
192	195	160	200	170	180	198	198	184	182	182	152	195			
190	158	176	173	190	184	196	196	188	191	144	202	200			

BLOCO III

Valores $P_2$				Valores $P_3$				Valores $F_1$			
<u>Nº 317</u>				<u>Nº 314</u>				<u>Nº 316</u>			
176	172	165	187	122	138	140	125	190	185	191	189
180	184	178		145	126	145	141	200	178	183	
188	170	181		134	144	128		194	184	180	
171	185	168		127	133	135		187	202	175	
175	177	180		129	150	151		180	170	181	

Valores $F_2$				Valores $RC_2$				Valores $RC_3$							
<u>Nº 313</u>				<u>Nº 318</u>				<u>Nº 312</u>				<u>Nº 315</u>			
183	132	175	185	130	140	210	206	203	180	198	178	145			
152	144	180	151	165	151	205	225	190		180	187	162			
140	158	178	170	175	162	191	186	212		184	191	155			
185	166	192	188	190	137	194	197	188		146	173	148			
125	190	151	126	181	145	200	192	185		200	202	190			

BLOCO IV

Valores $P_2$			Valores $P_3$				Valores $F_1$			
<u>Nº 415</u>			<u>Nº 416</u>				<u>Nº 418</u>			
175	174	173	145	128	127	144	190	175	197	170
170	170	181	134	138	135		185	190	168	
180	184	170	130	142	145		184	180	177	
166	177	179	140	131	133		172	178	185	
171	168	175	125	129	124		186	181	191	

Valores  $F_2$

Valores  $RC_2$

Valores  $RC_3$

Nº 412

Nº 417

Nº 413

Nº 414

186	155	180	194	136	155
172	190	171	182	159	142
148	160	162	144	168	137
166	138	141	188	172	162
136	144	132	158	180	185

195	168	177
182	210	188
205	175	170
200	184	174
165	168	166

194	144	198
182	175	165
166	180	159
150	161	142
138	153	171

...