

## **Análise de trilha em caracteres agromorfológicos de genótipos de amendoineiro do grupo botânico Valência**

### **Analysis of path in agromorphological characters of peanut genotypes of Valencia type**

DOI:10.34117/bjdv7n3-584

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 01/03/2021

#### **João Albany Costa**

Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas - BA, Brasil  
E-mail: albany@ufrb.edu.br

#### **Clovis Pereira Peixoto**

Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo  
Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas - BA, Brasil  
E-mail: cppeixot@ufrb.edu.br

#### **Ademir Trindade Almeida**

Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas - BA, Brasil  
E-mail: ademirtrindade777@gmail.com

#### **Jamile Maria da Silva dos Santos**

Doutora em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas - BA, Brasil  
E-mail: jmariasantos7@gmail.com

#### **Ellen Rayssa Oliveira**

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas - BA, Brasil  
E-mail: ellen.rayoli@gmail.com

#### **Joeferson da Silva Santos**

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas - BA, Brasil  
E-mail: joefersonsnts@gmail.com

## RESUMO

A identificação de caracteres que auxiliam na seleção indireta para produtividade torna-se necessária nas etapas iniciais de um programa de melhoramento de amendoim. Principalmente, quando for possível selecionar outra característica, de fácil medição e alta herdabilidade, que apresenta alta correlação com o caráter desejado visando a obtenção de cultivares mais produtivos. Objetivou-se decompor as correlações genotípicas por meio de efeitos diretos e indiretos das características morfológicas e agrônômicas sobre a produtividade de sementes de genótipos de amendoimzeiro. Foram avaliados 60 genótipos do grupo 'Valência' no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A hierarquia e a natureza das associações dos caracteres corroboraram para a submissão da análise de trilha em cadeia dupla, sendo a primeira cadeia constituída pelo número de vagem por planta, número de semente por vagem e peso de cem sementes, a segunda composta por altura da planta, número de haste, comprimento e diâmetro da vagem sobre o rendimento total de sementes. O coeficiente de determinação obtido estimou que 94,74% das variações registradas nos rendimentos de sementes são explicadas pelas variáveis primárias. Os componentes secundários não apresentaram equivalência e simultaneidade sobre os primários, uma vez que a altura da planta e o número de haste registraram associação positiva com o número de vagem por planta, ortogonalmente, com mesmo sinal de associação o diâmetro e o comprimento da vagem se relacionaram com o peso de cem sementes. Plantas mais altas e com mais hastes sustentam maior quantidade de vagens, sugerindo critério simultâneo para seleção indireta de genótipos mais promissores de rendimento de sementes. Esta decisão pode ser considerada muito relevante uma vez que ambas variáveis são não destrutivas e podem ser avaliadas facilmente antes da colheita.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea* L., análise em cadeias, correlação genotípica, associação de caracteres.

## ABSTRACT

The identification of characters that assist in the indirect selection for productivity becomes necessary in the initial stages of a peanut breeding program. Especially, when it is possible to select another characteristic, easy to measure and high heritability, which has a high correlation with the desired character in order to obtain more productive cultivars. The objective was to decompose the genotype correlations by means of direct and indirect effects of the morphological and agronomic characteristics of the total yield of seeds of peanut genotypes of the Valencia-type. Sixty genotypes were evaluated in a randomized complete block design with four replicates, consisting of individual lines of 4.0 m in length, spaced 0.50 m between rows and 0.10 m between plants. The data of the variables were submitted to track analysis where the first chain was constituted by the number of pod per plant, number of seed per pod and weight of one hundred seeds, while the second chain was established by plant height, stem number, length of the pod and pod diameter on total seed yield, considered as the main variable. The determination coefficient, it was attributed that 94.74% of the variations recorded in the secondary components did not act in an equivalent and simultaneous way on all the primary ones, since the height of the plant and the number of stem had positive association with the number of pod per plant orthogonally, but with the same sign of association the diameter and the length of the pod was related to the weight of one hundred seeds. In this context, it was expected that higher and more dense plants can be used simultaneously in the indirect selection of genotypes promising. This decision can be considered very relevant since both the height and the number of stems are non-destructive variables and can easily be evaluated before harvesting.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L., chain analysis, genotypic correlation, character association.

## 1 INTRODUÇÃO

O amendoineiro (*Arachis hypogaea* L.) é uma espécie pertencente à família Fabaceae e uma das oleaginosas mais cultivadas no mundo. Possui diferentes usos que variam desde a alimentação humana e animal até a produção de óleos para indústria farmacêutica e de biodiesel (RODRIGUES *et al.*, 2016).

A produção mundial de amendoim em vagem para 2020/21 é estimada em 47,32 milhões de toneladas, com produtividade de 1690 kg ha<sup>-1</sup> (USDA, 2021). O Brasil ocupa a 11<sup>a</sup> posição no ranking de produção mundial de amendoim, sendo o estado de São Paulo o maior produtor nacional. No Sudeste, estima-se uma produção em torno de 541,7 mil toneladas, com produtividade de grão de 3.536 kg ha<sup>-1</sup> para a safra 2020/21. A Bahia, na mesma safra, produziu 1,4 mil toneladas de grãos, representando 0,24% da produção nacional, com produtividade de 936 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2021).

O melhoramento do amendoineiro no país, principalmente para o Nordeste, tem como objetivo obtenção de cultivares de maior estabilidade produtiva, mais precoce, resistente a pragas e doenças e com adaptação ambiental (SANTOS, 2014).

A produtividade de grãos sofre influência, em tese, de todos os demais caracteres da planta, visto que a maioria dos genes da planta contribui para a expressão da produtividade.

Em estudos genéticos de espécies vegetais é indispensável a quantificação e distinção do grau de associação ambiental e genética entre os caracteres avaliados. Então, a natureza desta correlação pode apresentar coeficientes altos ou baixos sobre efeito de um terceiro caractere ou de um grupo deles, causando equívocos na estratégia de seleção, sendo de interesse o estudo da associação entre os caracteres.

A análise de trilha tem por finalidade o estudo das relações de causa e efeito de caracteres considerados como variáveis explicativas, envolvidos na expressão de um caractere dependente de maior relevância, por meio do desdobramento dos coeficientes de correlação (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Ademais, possibilita o processo de seleção no melhoramento vegetal que visa à melhoria de um caractere principal de maior interesse e o aprimoramento ou manutenção da expressão de outros caracteres.

A técnica de análise de trilha tem sido utilizada com sucesso na seleção indireta para o melhoramento vegetal de diversas culturas da família do amendoineiro, assim como o feijão *Phaseolus* (OLIVEIRA *et al.*, 2017), feijão-caupi (BERTINI *et al.*, 2010), feijão-bravo (SILVA *et al.*, 2009) e a soja (ZUFFO *et al.*, 2018).

A identificação de caracteres que auxiliam na seleção indireta para produtividade torna-se necessária nas etapas iniciais de um programa de melhoramento de amendoim. Principalmente, quando for possível selecionar outra característica, de fácil medição e alta herdabilidade, que apresenta alta correlação com o caráter desejado visando a obtenção de cultivares mais produtivos.

Dessa forma, objetivou-se decompor as correlações genotípicas para identificar a natureza e o grau da associação entre as características morfológicas e de produtividades por meio de análise de trilha, visando selecionar genótipos com características mais promissoras em rendimento de grãos de amendoineiro no Recôncavo da Bahia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos foram avaliados na área Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na cidade de Cruz das Almas, com coordenadas geográficas de 12°40'12'' longitude oeste e 39°06'07'' latitude sul, com altitude de 226 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizado como quente e úmido Am e Aw, precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm, temperatura média anual de 24°C e umidade relativa do ar de 80% (MENDONÇA *et al.*, 2020). O solo da área experimental apresenta relevo plano, profundo, sendo classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso típico, de textura média, bem drenado (SANTOS, 2013).

Foram utilizados 60 genótipos de amendoineiro do grupo vegetativo Valência de película vermelha, doados por agricultores durante um levantamento etno-botânico em sete municípios representativos quanto à produção de grãos na Região do Recôncavo da Bahia.

A avaliação dos genótipos foi em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de linhas individuais de 4,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,50 m entrelinhas e 0,10 m entre plantas.

Foram avaliadas as seguintes características: altura da planta (AP), medida do colo da planta ao seu ápice, com auxílio de uma régua graduada; número de folhas (NF), por meio de contagem direta de folhas expandidas e fotossinteticamente ativas; número de hastes (NH), por meio de contagem direta das hastes existentes; comprimento da vagem

(CV), com auxílio de uma régua graduada; diâmetro da vagem (DV), com auxílio de um paquímetro; número de vagem por planta (NVPL), pela contagem direta; número de sementes por vagem (NSV), pela contagem do número total de sementes dividido pelo número de vagens; peso de cem sementes (PCS) e rendimento de sementes (RS).

Os dados foram submetidos à análise do gráfico de dispersão por box plot, verificou-se, então, que não houve observação discrepante a ponto de comprometer ao prosseguimento das análises das variáveis. Posteriormente foi verificado a normalidade das variáveis por meio do teste de Shapiro-Wilks ( $p > 0,05$ ). De posse dessas informações foram estimados os coeficientes de correlação linear de Pearson, sendo verificada a significância dos coeficientes por meio do teste t de student, a 5% de probabilidade. Em seguida foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade conforme o critério de Montgomery; Peck; Vining (2006) e, aplicação da análise de trilha de coeficiente de correlação genotípica.

Inicialmente, realizou-se a análise de trilha considerando um único diagrama causal, a variável principal (RS) em função de três componentes primários (NVPL, NSV e PCS). Posteriormente, realizou-se a análise de trilha considerando dois diagramas causais, a variável principal (RS) em função dos componentes primários (NVPL, NSV e PCS) e estas em função de componentes secundários (AP, NH, CV e DV). As variáveis NVPL, NSV e PCS foram transformadas para a escala logarítmica, devido à existência de interrelação entre elas, uma vez que seus efeitos são multiplicativos sobre o rendimento total de sementes.

A análise estatística foi processada por meio de rotinas desenvolvidas por autores no Software livre R (R CORE, 2016) e por aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das associações entre as características apresentou correlações positivas e significativas, evidenciando na Tabela 1 a correlação da AP e NH (0,96\*\*) de maior magnitude, seguida da correlação alta, entre DV e PCS (0,85\*\*).

As correlações do RS com os componentes de produtividades foram média e positiva com NVPL (0,54\*\*), baixas e positivas para o NSV (0,27\*\*), ambas significativas, e não significativa com o PCS (-0,02).

O rendimento de sementes registrou correlação alta, positiva e significativa com a AP (0,76\*\*) e NH (0,72\*\*). Também correlações positivas e significativas foram observadas entre as variáveis NH e NVPL (0,87\*\*) e moderada entre AP e NVPL (0,57\*\*).

Ressalta-se que o NVPL apresentou correlações significativas e inversas de média magnitude com NSV (-0,54\*\*), PCS (-0,52\*\*) e DV (-0,54\*\*).

Tabela 1. Estimativa e significâncias dos coeficientes de correlação genotípica entre características agromorfológicas de genótipos de amendoineiro. Cruz das Almas – BA. 2021.

Variáveis	RS	NVPL	NSV	PCS	AP	NH	CV
NVPL	0,54**						
NSV	0,27**	-0,54**					
PCS	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,52**	0,04 <sup>ns</sup>				
AP	0,76**	0,57**	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>			
NH	0,72**	0,87**	-0,32**	-0,58**	0,96**		
CV	0,13**	-0,29**	0,28**	0,45**	0,39**	0,05 <sup>ns</sup>	
DV	-0,14*	-0,54**	0,12 <sup>ns</sup>	0,85**	-0,26**	-0,36**	0,57**

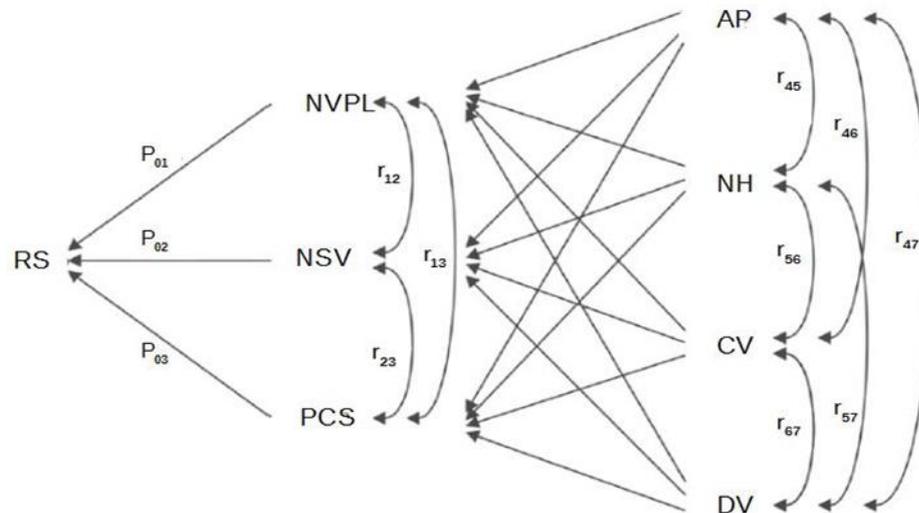
RS=rendimento de semente; NVPL= número de vagem por planta; NSV= número de sementes por vagem; PCS= peso de cem sementes; AP=altura da planta; NH= número de hastes; CV= comprimento da vagem; NF= número de folhas; DV= diâmetro da vagem; \*= significativo ( $p \geq 0,05$ ); \*\*= significativo ( $p \geq 0,01$ ); ns= não significativo ( $p > 0,05$ )

O diagnóstico de multicolinearidade entre as variáveis tidas como independentes (NVPL, NSV, PCS, AP, NH, DC e CL) registrou índice de condição NC=36,48, indicando matriz é considerada de colinearidade fraca, não acarretando sérios problemas para a análise de trilha, de acordo Montgomery; Peck; Vining (2006).

A hierarquia e a natureza das associações dos caracteres corroboraram para a submissão da análise de trilha em cadeia dupla formada por componentes morfológicos e de produtividades sobre o rendimento de sementes, considerado variável principal conforme diagrama da Figura 1. A seta unidirecional nesta figura indica efeito direto da variável, enquanto a seta bidirecional representa a interdependência de duas variáveis explicativas cujas magnitudes são estabelecidas por relações entre as características.

O desdobramento das correlações genotípicas apresentou estimativas expressivas dos efeitos diretos e positivos do NVPL e NSV sobre RS dos genótipos (Tabela 2). O NVPL teve contribuição direta sobre o RS (1,4414) superando os efeitos indiretos negativos via NSV (-0,5637) e PCS (-0,3324) resultando portanto, em estimativa positiva de moderada magnitude do coeficiente de correlação dessa variável sobre o RS (0,5453).

Figura 1. Dinâmica do diagrama causal em duas cadeias dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias: altura da planta (AP), número de hastes (NH), comprimento da vagem (CV) e diâmetro da vagem (DV), vias variáveis primárias: número de vagem por planta (NVPL), número de sementes por vagem (NSV) e peso de cem sementes (PCS) sobre o rendimento de sementes de amendoazeiro (RS).



O NSV apresentou um coeficiente de correlação baixo e positivo (0,2799) que resultou do efeito direto e de sinal positivo sobre RS (1,0349) sendo este, fracionado pelos efeitos indiretos via NVPL (-0,7852) e positivo porém sem expressão via PCS (0,0302).

O efeito direto e positivo do PCS sobre o RS (0,6309) foi superado por efeitos indiretos negativo via NVPL (-0,7595) e positivo via NSV (0,0495), determinando coeficiente de correlação pouco expressivo (-0,0791). Admite-se por tanto que o efeito deste descritor (PCS) sobre o RS seja oriundo via caminhamento do NVPL, visualizado na Tabela 2.

Resultados semelhantes foram obtidos por Santos; Carvalho; Santos (2000) que utilizando análise de trilha em 20 genótipos do mesmo grupo Valência, obtiveram efeito relevante para NVPL e também efeito desprezível do PCS sobre o RS, sugerindo então que o melhorista interessado em elevar a produção de semente deveria aumentar a pressão de seleção sobre o NVPL e manter sob controle as demais características.

Tabela 2. Decomposição dos coeficientes de correlações genotípicas por meio de efeitos diretos e indiretos das variáveis primárias sobre o rendimento de sementes dos genótipos de amendoineiro. Cruz das Almas – BA, 2021.

Variáveis primárias	Vias de associação	Coeficiente de caminhamento
NVPL	Efeito Direto sobre RS	1,4414
	Efeito Indireto via NSV	-0,5637
	Efeito Indireto via PCS	-0,3324
	Total	0,5453
NSV	Efeito Direto sobre RS	1,0349
	Efeito Indireto via NVPL	-0,7852
	Efeito Indireto via PCS	0,0302
	Total	0,2799
PCS	Efeito Direto sobre RS	0,6309
	Efeito Indireto via NVPL	-0,7595
	Efeito Indireto via NSV	0,0495
	Total	-0,0791
Coeficiente de determinação R <sup>2</sup>		0,9474
Efeito residual		0,2294

RS=rendimento de sementes; NVPL=número de vagem por planta; NSV=número de sementes por vagem; PCS=peso de cem sementes; AP=altura da planta; NH=número de hastes; CV=comprimento da vagem e DV=diâmetro da vagem.

Houve concordância, em parte com Gomes; Lopes (2005) e Luz *et al.* (2017) que, usando da mesma técnica em genótipos de amendoim, concluíram que o RS foi positivamente influenciado pelo NVPL e PCS e negativamente pelo NSV. Nessa assertiva, vários outros autores utilizando também a técnica de análise de trilha sobre genótipos de feijão caupi (ALMEIDA *et al.*, 2014; FREITAS *et al.*, 2016), bem como análise de comportamento de genótipos de feijão *Phaseolus* (CABRAL *et al.*, 2011); e ainda análise de genótipos de soja (ZUFFO *et al.*, 2018), foram unânimes em concluir que o maior efeito direto dos descritores sobre o rendimento de sementes foi proporcionado pelo NVPL.

É oportuno salientar que os coeficientes de trilha 206 dos efeitos indiretos e negativos do NVPL via NSV e vice-versa, representam um processo de comportamento inverso entre estes caracteres o que explica a correlação negativa (-0,5447) entre estas duas variáveis. Para situações dessa natureza, o melhorista deve ficar atento para o sentido da seleção, de modo a evitar que a escolha de um desfaça a manutenção do outro na população e com isto reduza as perspectivas de sucesso no programa (SANTOS, 2000).

Nesse contexto, admitindo que o descritor de maior relevância é o RS, estes resultados anulam a possibilidade de utilizar o NVPL e NSV simultaneamente como critério de indicação para uma forte pressão de plantas desses genótipos que possibilitasse maior NVPL e estas com maior NSV. Convém ressaltar que este resultado desagrade o agricultor/consumidor do Recôncavo da Bahia que tem interesse dentre as características desejáveis, de genótipos promissores em NVPL e que estas comportem o maior NSV e

assim garantir sucesso pleno na comercialização do produto, que prioritariamente será consumido *in natura*, na forma de vagens cozidas.

O coeficiente de determinação presente na Tabela 2 indica que 94,74% das variações registradas no RS são explicadas por estas três variáveis primárias, sendo a maior contribuição atribuída ao NVPL seguida do NSV dos genótipos.

A decomposição dos coeficientes de trilha apresentada na Tabela 3 registra os efeitos das variáveis secundárias sobre o RS. Embora a influência de NH tenha sido anulada, em parte, por efeito indiretos e negativo oriundo da AP (-0,8106) e outros efeitos indireto, de pouca importância, das vias de associações de CV e DV, denota-se um grau de correlação alto de NH sobre RS (0,7204).

Paralelamente, o efeito direto da AP sobre o RS de sinal negativo (-0,8441), foi superado por efeito indiretos positivo via NH (1,4147) e complementado por efeitos indireto, também de sinal positivo, por vias do CV e do DV, o que determinou, por conseguinte também um alto grau de correlação positiva entre estas variáveis (0,7654).

Os somatórios dos efeitos diretos e indiretos da AP e do NH determinaram individualmente, altas correlações significativas e positivas com o RS. Todavia no particular, as decomposições revelam mais coerência e expressividade de NH por apresentar maior efeito direto e positivo sobre o RS (1,4734) do que AP. Este fato, pouco comum, também foi relatado em trabalhos de Pal *et al.* (2004), que atribuem a mudança no sentido da direção do efeito como sendo de natureza varietal da população, uma vez que entre diferentes genótipos, não existe tendência de que os efeitos diretos devam ser sempre semelhantes.

Neste contexto, considerando que os efeitos indiretos de AP via NH e de NH via AP foram altos e recíprocos sobre RS e superaram o efeito residual; os altos graus conferidos pelos coeficientes das correlações tanto da AP quanto do NH, independente, com o RS e o alto grau de correlação entre AP e NH (0,96), pode-se admitir que estes descritores explicam boa parte da variabilidade do RS dos genótipos, sugerindo portanto, resultados positivos na seleção simultânea de caracteres cujos efeitos indiretos sejam expressivos e significativos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cabral *et al.* (2011), que ao analisarem a relação da altura da planta com os componentes primários de produção, verificaram sentido positivo e magnitude significativa com o RS.

A análise individual dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias sobre RS mostra-se relevante e eficiente, ainda que o coeficiente de determinação (0,4876) não

confira grande representatividade na explicação destas características sobre a variável básica denotada na Tabela 3.

Em tempo, é importante considerar que esse resultado é do interesse e satisfaz o agricultor do Recôncavo da Bahia que é plantar genótipo de estatura maior, visando sobretudo, facilidade e dinamismo na operação da colheita por ser manual.

A Tabela 4, que descreve os desmembramentos dos coeficientes de trilha dos caracteres secundários sobre os primários, evidencia que AP foi a única variável que determinou efeito direto e positivo de grande relevância sobre o NVPL, reafirmando no geral que os genótipos de maior AP tenham reciprocidade com NVPL (0,5762).

Tabela 3. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias sobre o rendimento de sementes (RS) de genótipos de amendoineiro. Cruz das Almas – BA. 2021.

Variáveis secundárias	Vias de associação	Coeficiente de caminhamento
AP	Efeito Direto sobre RS	-0,8441
	Efeito Indireto via NH	1,4147
	Efeito Indireto via CV	0,1706
	Efeito Indireto via DV	0,0242
	Total	0,7654
NH	Efeito Direto sobre RS	1,4734
	Efeito Indireto via AP	-0,8106
	Efeito Indireto via CV	0,0252
	Efeito Indireto via DV	0,0328
	Total	0,7204
CV	Efeito Direto sobre RS	0,4342
	Efeito Indireto via NVPL	-0,3317
	Efeito Indireto via NH	0,0854
	Efeito Indireto via DV	-0,0523
	Total	0,1357
DV	Efeito Direto sobre RS	-0,0911
	Efeito Indireto via AP	0,2237
	Efeito Indireto via NH	-0,5307
	Efeito Indireto via CV	0,2490
	Total	-0,1492
Coeficiente de determinação R <sup>2</sup>		0,4876
Efeito residual		0,7158

RS=rendimento de sementes; NVPL=número de vagem por planta; NSV=número de sementes por vagem; PCS=peso de cem sementes; AP=altura da planta; NH=número de hastes; CV=comprimento da vagem e DV=diâmetro da vagem.

O efeito direto do NH sobre NVPL foi negativo sendo compensado pelo efeito indireto positivo via AP e demais vias do CV e DV, resultando em um alto grau de associação entre estas variáveis (0,8747). Interpreta-se então, que a correlação entre estas variáveis seja determinada por efeito indireto da AP.

O grau de correlação entre DV e NVPL foi de magnitude média e negativa (-0,5471), observando-se que este pode ter tido origem da via de associação da AP e não do efeito direto que este descritor determinou sobre o NVPL que foi de sinal positivo (0,5016).

Tabela 4. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das características secundárias sobre as características primárias de 60 genótipos de amendoimzeiro. Cruz das Almas – BA. 2021.

Variáveis secundárias	Vias de associação	Variáveis Primárias		
		NVPL	NSV	PCS
AP	Efeito Direto	2,3635	-1,8564	-7,089
	Efeito Indireto via NH	-1,0857	1,0586	5,459
	Efeito Indireto via CV	-0,5686	0,5464	1,3573
	Efeito Indireto via DV	-0,1329	0,204	0,2521
	Total	0,5762	-0,0473	-0,0206
NH	Efeito Direto	-1,1305	1,1023	5,6841
	Efeito Indireto via AP	2,2699	-1,7829	-6,8083
	Efeito Indireto via CV	-0,0839	0,0806	0,2003
	Efeito Indireto via DV	-0,1807	0,2774	0,3428
	Total	0,8747	-0,3225	-0,581
CV	Efeito Direto	-1,4469	1,3904	3,4538
	Efeito Indireto via AP	0,9289	-0,7296	-2,786
	Efeito Indireto via NH	-0,0656	0,0639	0,3297
	Efeito Indireto via DV	0,2877	-0,4415	-0,5457
	Total	-0,296	0,2833	0,4520
DV	Efeito Direto	0,5016	-0,7699	-0,9515
	Efeito Indireto via AP	-0,6263	0,4919	1,8786
	Efeito Indireto via NH	0,4073	-0,3972	-2,048
	Efeito Indireto via CV	-0,8298	0,7974	1,9807
	Total	-0,5471	0,1222	0,8597
Coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> )		0,5268	0,0321	0,9410
Efeito residual		0,6879	0,9838	0,8715

RS=rendimento de sementes; NVPL=número de vagem por planta; NSV=número de sementes por vagem; PCS=peso de cem sementes; AP=altura da planta; NH=número de hastes; CV=comprimento da vagem e DV=diâmetro da vagem.

Uma vez que o DV teve efeito substantivo via AP e NH no PCS dos genótipos estudados então seria mais sensato eleger a AP, que apresentou associação com NVPL, como condição mais favorável à seleção indireta, considerando que os efeitos das associações entre essas variáveis sugerem que plantas mais altas estão relacionadas a um maior número de vagens, desde que estas sejam mais espessas para conter grãos mais pesados.

A decomposição dos coeficientes de trilha dos caracteres secundários via primários sobre o RS estão apresentadas na Tabela 5. Entre os componentes secundários houve destaque para AP com efeito direto ou indireto via NH ou via CV, sendo todos de sinal positivo passando pelo NVPL confirmando a superioridade desse componente na contribuição do RS.

Os efeitos direto e positivo de CV vias NSV e PCS traduzem, do ponto de vista físico estrutural, uma relação estreita entre estas características, considerando que um maior número de sementes necessite, para se alojar, de vagem mais comprida. Em complemento, observou-se que o DV tem principalmente relação direta com PCS,

deduzindo-se em princípio que um maior diâmetro da vagem comporte semente mais pesadas, embora neste trabalho, este efeito esteja atribuído vias AP e CV, que passando por PCS, contribuíram positivamente no rendimento de sementes.

Tabela 5. Dinâmica da decomposição dos coeficientes de correlações genótípicas em efeitos diretos e indiretos das características secundárias via primárias sobre o rendimento de sementes de amendoim de 60 genótipos. Cruz das Almas – BA. 2021.

Variáveis secundárias	Vias de associação	Variáveis primárias			Efeito residual	Total
		NVPL	NSV	PCS		
AP	Efeito Direto	3,4068	-1,9212	-4,4726	2,1429	-0,8441
	Efeito Indireto via NH	-1,565	1,0956	3,4442	-1,5601	1,4147
	Efeito Indireto via CV	-0,8197	0,5655	0,8564	-0,4316	0,1706
	Efeito Indireto via DV	-0,1916	0,2111	0,1591	-0,1545	0,0242
	Total	0,8306	-0,049	-0,013	-0,0032	0,7654
NH	Efeito Direto	-1,6295	1,1407	3,5862	-1,6244	1,4730
	Efeito Indireto via AP	3,2719	-1,8451	-4,2955	2,0581	-0,8106
	Efeito Indireto via CV	-0,121	0,0835	0,1264	-0,0637	0,0252
	Efeito Indireto via DV	-0,2605	0,2871	0,2163	-0,21	0,0328
	Total	1,2608	-0,3338	-0,3666	0,1599	0,7204
CV	Efeito Direto	-2,0856	1,4389	2,1791	-1,0981	0,4342
	Efeito Indireto via AP	1,3389	-0,755	-1,7577	0,8422	-0,3317
	Efeito Indireto via NH	-0,0945	0,0662	0,208	-0,0942	0,0854
	Efeito Indireto via DV	0,4147	-0,457	-0,3443	0,3343	-0,0523
	Total	-0,4267	0,2932	0,2852	-0,016	0,1357
DV	Efeito Direto	0,7231	-0,7968	-0,6003	0,5829	-0,0911
	Efeito Indireto via AP	-0,9028	0,5091	1,1853	-0,5679	0,2237
	Efeito Indireto via NH	0,5871	-0,411	-1,2921	0,5853	-0,5307
	Efeito Indireto via CV	-1,1961	0,8252	1,2497	-0,6298	0,249
	Total	-0,7886	0,1265	0,5424	-0,0295	-0,1492

RS=rendimento de sementes; NVPL=número de vagem por planta; NSV=número de sementes por vagem; PCS=peso de cem sementes; AP=altura da planta; NH=número de hastes; CV=comprimento da vagem e DV=diâmetro da vagem.

#### 4 CONCLUSÕES

A análise de coeficiente de trilha evidencia que o número de vagem por planta e a altura da planta são as características mais importantes sobre o rendimento total de sementes dos genótipos de amendoim avaliados.

Têm-se grande expectativa na indicação do NVPL e a AP de modo simultâneo, para uma forte pressão com vista a obter plantas com maior quantidade de vagens, ainda que estas não sejam as de maior número de sementes e nem estas mais pesadas, porém oriundas de populações segregantes de genótipos mais promissores quanto ao RS desta leguminosa.

A aplicação de análise de trilha com duas cadeias é eficiente na discriminação de componentes primários e secundários na variabilidade dos rendimentos de sementes dos genótipos de amendoim estudados.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W.S.; FERNANDES, F.R.B.; TEÓFILO, E.M.; BERTINI, C.H.C.M. Correlation and path analysis in components of grain yield of cowpea genotypes. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.4, p.726-736, 2014.

BERTINI, C.H.C.M.; ALMEIDA, W.S.; SILVA, A.P.M.; LIMA E SILVA, J.W.; TEÓFILO, E.M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p.613-619, 2010.

CABRAL, P.D.S.; SOARES, T.C.B.; LIMA, A.B.P.; SOARES, Y.J.B.; SILVA, J.A. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p. 32-138, 2011.

CONAB. **Quinto levantamento de acompanhamento da safra brasileira de grãos 2020/21**, 2021. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 15 de fev. de 2021.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. Ed. Viçosa: UFV, 2012, 514p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35 n.3, p.271-276, 2013.

FREITAS, T. G. G.; LIMA E SILVA, P.S.; DOVALE, J.C.; SILVA, E.M. Green bean yield and path analysis in cowpea landraces. **Revista Caatinga**, v.29, n.4, p.866-877, 2016.

GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A. Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5 n.1, p.105-112, 2005.

LUZ, L.N.; BERNARDO, A.K.; GADELHA, M.T.; OLIVEIRA, M.L.; RAULINO, J.A.M.; SILVA, C.E.D. Correlação e análise de trilha em acessos de amendoim. **Revista Recursos Genéticos News**, v.3 n.2, p.181, 2017.

MENDONÇA, A. V. R.; SANTOS, J. P. A.; VERDE, D. dos S. V.; SOUZA, M. O. de.; SOUZA, J. S. Production of seedlings of *Psidium cauliflorum* Landrum & Sobrall. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 433 – 445, 2020.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 2006. 640 p.

NAKAGAWA, J.; ROSOLÉM, C. A. **O amendoim: tecnologia de produção**. Bauru: Fepaf, 2011.

OLIVEIRA, M. L.; RAULINO, J. A. M.; SILVA, C. E. D. Correlação e análise de trilha em 347 acessos de amendoim. **Revista Recursos Genéticos News**, v.3 n.2, p.181, 2017.

PAL, A.K.; SINGH, B.; MAURYA, A.N.; KUMAR, S. Correlation and path analysis in cowpea (*Vigna unguiculata* (L). Walp.). **South Indian Horticulture**. v.52, n.1, p.82-88, 2004.

R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for 354 Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

RODRIGUES, L.G.S.M.; RODRIGUES, F.M.; OLIVEIRA, E.M.; VIERA, V.B.; ARÉVALO, A.M.; VIROLI, S.L.M. Amendoim (*Arachis sp.*) como fonte na matriz energética brasileira. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.3, n.3, p.178-190, 2016.

SANTOS, R.C.; CARVALHO, L.P.; SANTOS, V.F. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.1, p.13-16, 2000.

SANTOS, H.G. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

SANTOS, R.C. **Utilização de recursos genéticos e melhoramento de *Arachis hypogaea* L. no Nordeste Brasileiro**. (2014). Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/amendoim.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2019.

SILVA, M.A.; SILVA, D.S.; ANDRADE, L.A.; LOPES, W.B.; SANTOS, G.R.A. Análise de trilha para caracteres morfológicos do feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) no cariri paraibano. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.221, p.121-124, 2009.

USDA, 2021. **United States Department of Agriculture**. Peanut area, yield and production. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/reportHandler.ashx?fileName=BVS&reportId=918&templateId=1&format=html>>. Acesso em: 15 de fev. de 2021.

ZUFFO, A.M.; RIBEIRO, A.B.M.; BRUZI, A.T.; ZAMBIAZZI, E.V.; FONSECA, W.L. Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. **Cultura Agrônômica**, v.27, n.1, p.78-90, 2018.