



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E
MELHORAMENTO DE PLANTAS



Ricardo Antonio Ruiz Cardozo

**PGM522 – ANÁLISE DE EXPERIMENTOS EM GENÉTICA E
MELHORAMENTO DE PLANTAS**

2ª LISTA DE EXERCÍCIOS

ANAVA, delineamentos básicos, pressupostos e medidas da qualidade de experimentos

1) Um experimento de competição de progênies de *Eucalyptus saligna* foi instalado no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados médios do diâmetro à altura do peito (DAP) foram os seguintes:

Rep	Progênies									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
R1	16,0	14,3	14,7	13,6	11,6	11,0	13,1	10,3	8,5	8,2
R2	16,4	14,5	15,6	13,1	10,5	15,0	10,3	13,2	8,6	8,4
R3	14,1	13,8	11,6	14,7	15,9	10,7	14,3	10,2	9,5	9,3
R4	11,7	14,6	15,0	15,1	14,0	13,0	10,5	13,0	9,4	9,2

Pede-se:

- a) Estabeleça o modelo estatístico adequado ao delineamento empregado e especifique seus termos.

$$Y_{ij} = \mu + p_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} : DAP da parcela que recebeu a progênie i na repetição j

μ : média associada a todas as observações

p_i : efeito da progênie i

ϵ_{ij} : erro experimental associado a parcela que recebeu a cultivar i na repetição j

- b) Formule as hipóteses estatísticas H_0 e H_1 relacionadas às progênies.

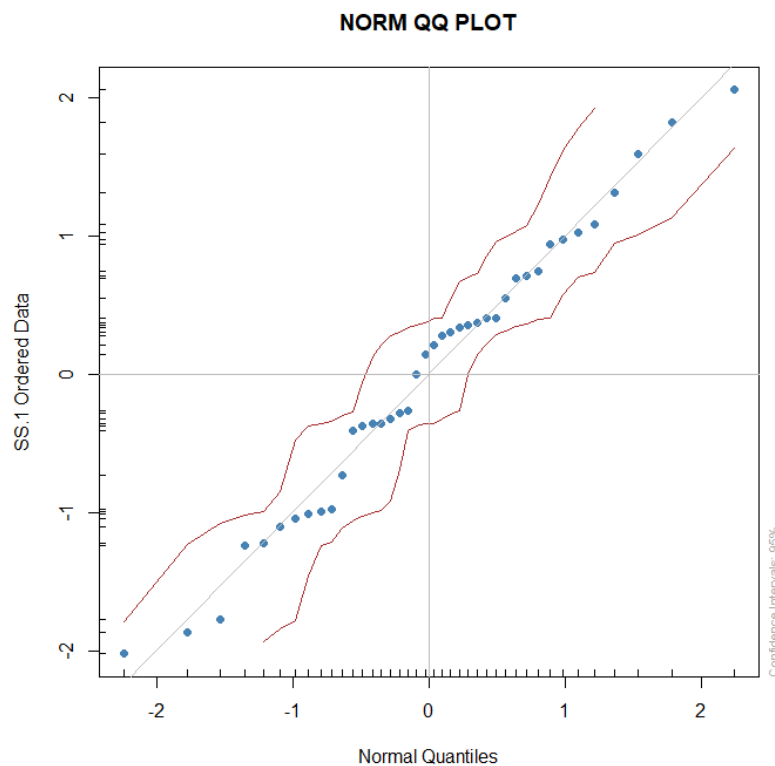
H0: Não existe diferença entre as progênies. A média do diâmetro à altura do peito (DAP) das progênies são iguais

$$H_0: \mu_{p1} = \mu_{p2} = \dots = \mu_{p10}$$

H1: Há pelo menos uma progênie diferente. Pelo menos uma média do diâmetro à altura do peito (DAP das progênies é diferente

$$H_1: \exists \mu_i \neq \mu_{i'} \quad \forall i \neq i'$$

- c) Verifique por meio de testes apropriados os pressupostos básicos do modelo estatístico para fins de realização da ANOVA (normalidade: Q-Qplot e Shapiro-Wilk; homocedasticidade: Testes de Hartley e Bartlett; independência: Durbin-Watson).



$$r_Q = 0,9930228 \quad r_{Q(n=40;0.05)} = 0,964$$

De acordo com o teste Q-Q plot sob um nível de significância de 5%, os resíduos tem distribuição normal, pois a correlação calculada 0,9930 é maior que a correlação tabelada 0,964.

Shapiro-Wilk normality test	
W = 0.98203	p-value = 0.7643

Quanto mais próximo o valor de W for de 1, maior a probabilidade dos dados estarem em normalidade.

Sob o nível de 5% de significância no teste de Shapiro-Wilk, os dados estão em normalidade, pois o p -value (0.7643) é maior que o α (0.05).

Hartley test		
H = 46.36842	F tab = 104.2455	p -value = 0.1535456

De acordo com o teste F máximo, sob um nível de significância de 5% não se rejeita H_0 . Pelo tanto, as Variâncias residuais são homogêneas, pois o P valor é maior que o 0,05.

Barlett test		
K-squared = 15.97	df = 9	p -value = 0.06751

De acordo com o teste de Bartlett, sob um nível de significância de 5%, não se rejeita H_0 . As variâncias são homogêneas, pois o p -value (0,06751) é maior que 0,05.

Durbin-Watson test	
p -value = 0.394	

De acordo com o teste de Durbin-Watson, sob um nível de significância de 5%, não se rejeita H_0 . As variâncias são independentes, pois o p -value (0,394) é maior que 0,05.

- d) Proceda a análise de variância (ANAVA). Aplique o teste F -Snedecor em nível de 5% de probabilidade. Apresente a ANAVA em tabela apropriada com título. Interprete os resultados.

Tabela 1. Tabela de análise de variância (ANAVA) de progênie de *Eucalyptus saligna* com os dados médios do DAP.

	GL	SQ	QM	F value	p -value(>F)
Progênie	9	160.986	17,8874	6,919	2,46e ^{-05***}
Residuals	30	77,558	2,5853		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

De acordo com o teste F de Snedecor, sob um nível de significância de 5%, se rejeita H_0 , pois o p -value é inferior ao nível de significância estabelecido, sendo o teste significativo. Dessa forma conclui-se que pelo menos uma das progênies apresentam diferenças significativas quanto ao DAP médio.

- e) Mostre a relação existente entre o quadrado médio do erro e as variâncias dentro de progênies. Interprete.

Progênies	Variância
P1	4.616667
P2	0.1266667
P3	3.2025
P4	0.8691667
P5	5.873333
P6	3.989167

P7	3.876667
P8	2.715833
P9	0.2733333
P10	0.3091667
Média	2.58525

O quadrado médio do erro (ou resíduo) é igual a média das variâncias das progênies. Dessa forma, o QME do DIC representa a variação média dentro das progênies.

- f) Determine as estimativas dos parâmetros a seguir relacionados com a qualidade experimental: coeficiente de variação experimental, índice de variação, coeficiente de determinação genotípico, coeficiente de variação relativo e acurácia seletiva. Interprete e compare os resultados.

Estimativa Qualidade Experimental	Valor	Estimativa
Coeficiente de variação experimental (Cve)	12,4125%	$CV_e = \frac{\sqrt{QME_{erro}}}{\bar{y}_{..}} \times 100$
Índice de variação (Ive)	6,476823%	$IV_e = \frac{CV_e}{\sqrt{r}}$
Coeficiente de determinação genotípico (h^2)	0,8554	$h^2 = r_g^2 = \frac{QMG - QME}{QMG}$
Coeficiente de variação relativo (Cvr)	1,21%	$CV_r = \frac{CV_g}{CV_e}$
Acurácia Seletiva (r_{gg})	0,92	$r_{gg} = \sqrt{h^2} = \sqrt{r_g^2}$

Segundo o Cve o experimento possui boa precisão experimental, pois o Cve foi de 12.41% entre o intervalo de 10 – 20%. No entanto, ainda falta precisão por falta de consideração das repetições, por tanto, aparece o índice de variação (Ive) onde considera o número de repetições do experimento e quanto menor o valor seja o Ive, maior será a precisão experimental. Por outro lado, é necessário avaliar a qualidade nas análises dos componentes genéticos de diferentes experimentos influenciados pelo ambiente, nesse caso o Coeficiente de determinação genotípico (h^2) e a acurácia seletiva permitem estimar esse tipo de qualidade experimental. Quanto maiores sejam os valores maior será a precisão experimental. Nesse caso se apresenta um r_{gg} alto o que significa que a precisão experimental é muito alta ($>0,90$).

- 2) Um experimento de avaliação de seis cultivares de feijão foi instalado no delineamento de blocos completos casualizados (DBCC). Os dados da produtividade de grãos em t/ha estão apresentados a seguir:

Cultivares	Blocos
-------------------	---------------

	I	II	III	IV
1	1,95	2,16	2,54	2,15
2	1,82	2,09	2,25	1,87
3	1,54	1,64	2,05	1,88
4	1,46	2,00	2,16	1,90
5	1,58	1,88	2,05	1,93
6	1,41	1,50	1,62	1,62

a) Estabeleça o modelo estatístico adequado ao delineamento empregado e especifique os termos.

$$Y_{ij} = \mu + c_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} : Produtividade da parcela que recebeu a observação i no bloco j

μ : média associada a todas as observações

c_i : efeito da cultivar i

b_j : efeito do bloco j

ε_{ij} : erro experimental associado à parcela que recebeu a cultivar i no bloco j .

b) Formule as hipóteses estatísticas H_0 e H_1 relacionadas às cultivares.

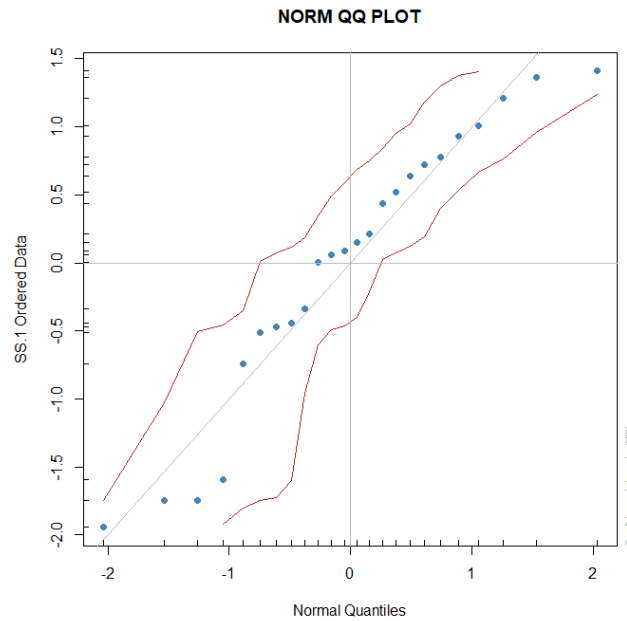
H_0 : Não existe diferença entre as produtividades das cultivares.

$$H_0: \mu_{c1} = \mu_{c2} = \dots = \mu_{c6}$$

H_1 : Há pelo menos uma diferença entre as produtividades das cultivares.

$$H_1: \nexists \mu_i \neq \mu_{i'} \quad \forall i \neq i'$$

c) Verifique os pressupostos básicos a 5% de probabilidade para fins de realização da ANAVA (normalidade dos erros: Shapiro Wilk e Q-Q plot; aditividade dos efeitos: teste de Tukey; homocedasticidade: teste de Anscombe e Tukey (1963) e gráfico resíduos vs preditos; independência: Durbin-Watson). Interprete os resultados.



$$r_Q = 0,9706$$

$$r_{Q(n=24;0.05)} = 0,956$$

De acordo com o teste *Q-Q plot* sob um nível de significância de 5%, os dados estão em normalidade, pois a correlação calculada 0,9707 é maior que a correlação tabelada 0,956.

Shapiro-Wilk normality test	
W = 0.93243	p-value = 0.1105

$p\text{-value} = 0,1105 > \alpha = 0,05$. Sob o nível de 5% de significância no teste de Shapiro-Wilk, os dados possuem distribuição normal, pois o *p-value* é maior que o α .

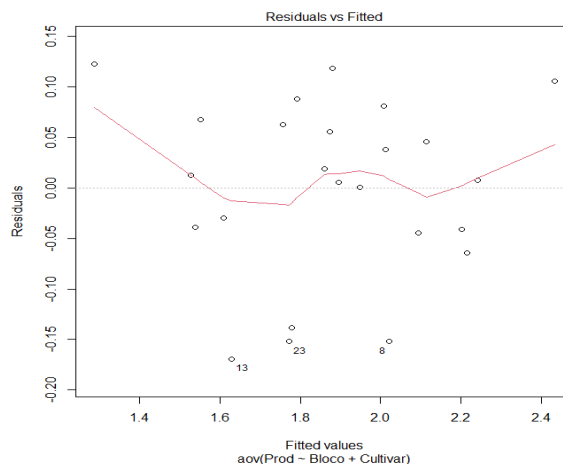
Tukey's one df test for additivity		
F = 2.4023069	Denom df = 14	p-value = 0.143462

De acordo com o teste de aditividade de Tukey, sob um nível de 5% de significância, os efeitos são aditivos ou estão em aditividade pois o *p-value* é superior ao α (0.05).

Teste de Ascombe e Tukey	
Fc = 0.552273	Ft = 4.543077

De acordo com o teste de Ascombe e Tukey, sob um nível de 5% de significância, não rejeita H_0 , pois o valor de Fc (0.552273) é menor que o Ft (4.543077). Portanto, as variâncias são homogêneas.

Gráfico Resíduos vs Preditos:



Os pontos estão dispersos, em torno da linha de resíduos 0, dos valores estimados pelo modelo. Esse comportamento aleatório dos pontos, permite inferir que as variâncias dos erros são iguais.

Durbin-Watson test
$p\text{-value} = 0.694$

De acordo com o teste de Durbin Watson, sob um nível de significância de 5%, não se rejeita H_0 . As variâncias são independentes, pois o $p\text{-value}$ (0,694) é maior que 0,05.

d) Proceda a análise de variância (ANAVA). Aplique o teste F-Snedecor em nível de 5% de probabilidade. Apresente a ANAVA em tabela apropriada com título. Comente os resultados.

Tabela 2. Tabela de análise de variância (ANAVA) da produtividade de grãos (t/ha) mensurada em seis cultivares de feijão.

	GL	SQ	QM	F value	p-value(>F)
Bloco	3	0,70771	0,235904	20,230	$1,57e^{-05***}$
Cultivar	5	0,98727	0,197454	16,933	$1,07e^{-05***}$
Residuals	15	0,17491	0,011661		

Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

O teste F de Snedecor, sob um nível de significância de 5%, se rejeita H_0 para Bloco e Cultivar. O $p\text{-value}$ de ambos, é inferior ao nível de significância estabelecido, sendo o teste significativo. Dessa forma conclui-se que as cultivares apresentam pelo menos uma diferença significativa entre as médias, quanto as produtividades (t/ha).

e) Determine o coeficiente de variação experimental e acurácia seletiva (r_{gg}). Interprete.

Estimativa Qualidade Experimental	Valor
Coeficiente de variação experimental (CVe)	5,75%
Acurácia Seletiva (r_{gg})	0,97

O experimento possui alta precisão experimental. Quanto mais próximo de zero, maior a precisão experimental.

Quanto mais próximo de 1 é o valor da acurácia seletiva (r_{gg}), maior é a precisão experimental. Nesse caso a precisão é muito alta com acurácia maior ao 0,90.

- f) Qual é o significado do quadrado médio do erro no DBCC de acordo com Mead e Curnow, 1981)? Estime a variância do erro experimental de acordo com a explicação fornecida pelos autores.

O quadrado médio do erro no DBCC representa o comportamento dos tratamentos entre os blocos, ou seja, é uma medida de interação entre cultivares e blocos.

É importante saber que a análise de variância fornece o quadrado médio do erro experimental ou mesmo a soma de quadrados dele, pelo tanto no DBCC, fazendo uma separação dos Blocos e os Tratamentos, a variância pode se obter dividindo as Soma de Quadrados dos Erros pelos Graus de Liberdade dos Erros:

$$s_E^2 = QME = \frac{SQE}{GLE} = \frac{20.05}{9} = 2.23$$

- 3) Em um experimento de competição de variedades de cana-de-açúcar foram utilizadas cinco variedades (A, B, C, D, E) dispostas em um delineamento em quadrado latino. As produções em cana-planta (Kg/parcela) são dadas na tabela que se segue:

		C1		C2		C3		C4		C5
L1	D	410	A	518	B	458	C	583	E	331
L2	C	724	E	478	A	524	B	550	D	400
L3	E	489	B	384	C	556	D	297	A	420
L4	B	494	D	500	E	313	A	486	C	501
L5	A	515	C	660	D	438	E	394	B	318

- a) Estabeleça o modelo estatístico e formule as hipóteses cabíveis acerca das variedades.

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + c_j + l_k + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} : Produtividade da parcela na linha k e coluna j que recebeu a variedade i

μ : média associada a todas as observações

t_i : efeito da variedade i

c_j : efeito da coluna j

l_k : efeito da linha k

ϵ_{ijk} : erro experimental associado à parcela que recebeu a variedade i , na coluna j e linha k .

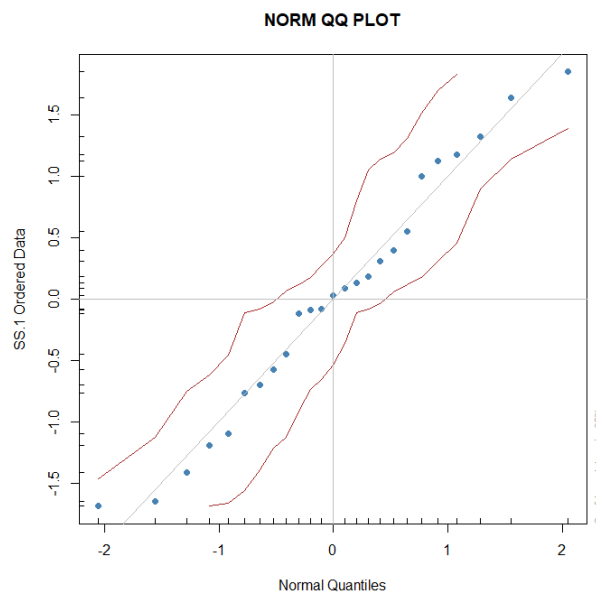
H_0 : Não existe diferença entre as produtividades das variedades.

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \dots = \mu_D$$

H_1 : Existe pelo menos uma diferença entre as produtividades das variedades.

$$H_1: \exists \mu_i \neq \mu_{i'} \quad \forall i \neq i'$$

b) Verifique os pressupostos básicos a 5% de probabilidade para fins de realização da ANAVA (normalidade dos erros: Shapiro-Wilk e Q-Q plot; homocedasticidade: gráfico resíduos vs preditos). Interprete os resultados.



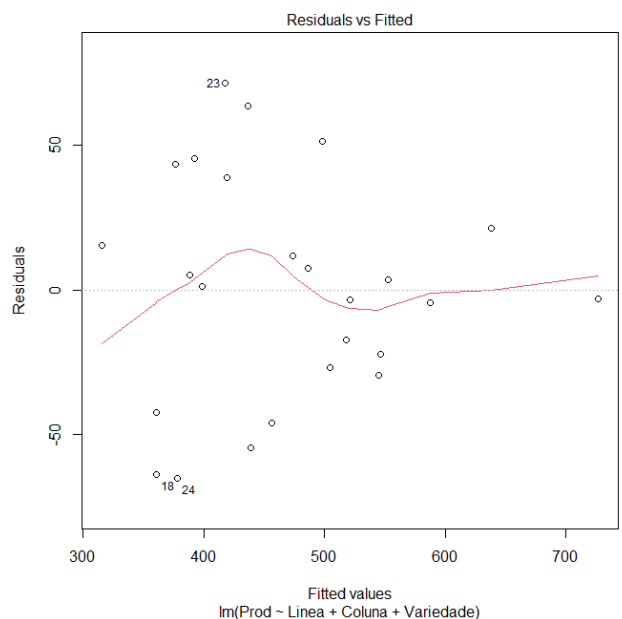
$$r_Q = 0,9901339 \quad r_{Q(n=25;0.05)} = 0,958$$

De acordo com o teste Q-Q plot sob um nível de significância de 5%, os dados estão em normalidade, pois a correlação calculada 0,9901 é maior que a correlação tabelada 0,958.

Shapiro-Wilk normality test	
W = 0.97188	p-value = 0.6929

O p-value associado ao teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos foi de 0,6929 maior que o alfa estabelecido de 0,05. Por tanto aceita-se a hipótese de normalidade dos resíduos.

Gráfico Resíduos vs Preditos:



Os pontos estão dispersos, ao acaso, em torno da linha de resíduos 0, dos valores estimados pelo modelo. Esse comportamento aleatório dos pontos, conclui-se que as variâncias dos erros são iguais (possui homoscedasticidade).

- c) Proceda a ANAVA dos dados. Aplique o teste de hipótese F-Snedecor ao nível de 5% de probabilidade. Interprete.

Tabela 3. Tabela de análise de variância (ANAVA) da produção em cana-planta (kg/parcela) mensurada em cinco variedades de cana de açúcar.

	GL	SQ	QM	F value	p-value(>F)
Linha	4	30827	7707	25.753	0.091546.
Coluna	4	53066	13266	44.330	0.01979*
Variedade	4	140079	35020	117.020	0.00042***
Residuals	12	35912	2993		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

De acordo com o teste F de Snedecor, sob um nível de significância de 5%, se rejeita H_0 para Coluna e Variedade, pois, o P valor de ambos, é inferior ao nível de significância estabelecido, sendo o teste significativo. Dessa forma conclui-se que as variedades e colunas apresentam pelo menos uma diferença quanto as produtividades (kg/parcela). Por outro lado, não houve diferença significativa entre as linhas.

- d) Determine o coeficiente de variação experimental e acurácia seletiva (r_{gg}). Interprete.

Estimativa Qualidade Experimental	Valor
Coeficiente de variação experimental (CVe)	11,65%
Acurácia Seletiva (r_{gg})	0,956

O experimento possui boa precisão experimental, pois o Cve foi de 11.65% e se encontra entre o intervalo de 10 - 20%. No entanto, segundo a acurácia seletiva o experimento possui uma precisão muito alto com um valor de 0.956.

- 4) Considere um experimento instalado em DIC, em que os tratamentos foram cinco variedades de manga. Cada parcela foi constituída de três árvores. Foi mensurado o número de frutos por parcela, mostrado a seguir:

Repetições	Variedade				
	V1	V2	V3	V4	V5
1	356	729	334	566	998
2	411	826	369	547	880
3	389	898	321	598	897
4	337	963	378	521	958
5		812	395	541	964
6		934		569	978

- a) Formule as hipóteses estatísticas H_0 e H_1 relacionadas ao efeito das variedades de manga.

H_0 : Não existe diferença entre as produtividades das variedades.

$$H_0: \mu_{v1} = \mu_{v2} = \dots = \mu_{v5}$$

H_1 : Existe pelo menos uma diferença entre as produtividades das variedades.

$$H_1: \nexists \mu_i \neq \mu_{i'} \forall i \neq i'$$

- b) Faça a análise de variância, apresentando o resultado em tabela apropriada com título. Aplique o teste F ao nível de 5% de probabilidade. Interprete os resultados.

Tabela 4. Tabela de análise de variância (ANAVA) do número de frutos por parcela mensurada em cinco variedades de manga.

	GL	SQ	QM	F value	p-value(>F)
Variedades	4	1570800	392700	144.54	1,86e ^{-15***}
Residuals	22	59770	2717		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

De acordo com o teste F de Snedecor, sob um nível de significância de 5%, se rejeita H_0 para Coluna e Variedade, pois, o P valor de ambos, é inferior ao nível de significância estabelecido, sendo o teste significativo. Dessa forma conclui-se que as variedades e colunas apresentam pelo menos uma diferença quanto aos números de frutos por parcela.

- c) Determine o quadrado médio do erro a partir das variâncias dentro de variedades.

Variedade	GL	Variância	Variância Ponderada	QME Resíduo
1	3	1094,917	3284,76	TVP/GLE = 2716,82
2	5	7629,867	38149,35	
3	4	956,3	3825,20	
4	5	711,6	3558	
5	5	2190,567	10952,85	
Total	22 (GLE)*	-	59770,16 (TVP)**	

*GLE: Graus de Liberdade do Erro; **TVP: Total Variância Ponderada

QME Resíduo é igual à variância média do erro de cada variedade para um DIC

- 5) De acordo com Eisenhart (1947) The assumptions underlying the analysis of variance, qual é a importância do atendimento aos pressupostos para fins de inferência estatística?

É importante que os quatro pressupostos (aditividade; homocedasticidade; normalidade; independência) da análise de variância sejam atendidos para que os procedimentos de inferência estatísticas sejam válidos e além sejam interpretados da melhor maneira pois errar algum pressuposto pode comprometer toda a análise.

- 6) Discorra sobre as vantagens e desvantagens acerca do uso de gráficos diagnósticos e testes de hipótese para avaliar o pressuposto de normalidade na ótica de Kosak e Piepho (2017). Qual foi a recomendação dada pelos autores?

Para os autores, os testes de hipóteses podem ser enviesados, tornando-se apenas um teste de tamanho da amostra. Para uma amostra pequena, os testes podem não ser sensíveis ou suficientes para uma boa interpretação, e a ausência de normalidade pode não ser detectada. Já para uma amostra grande, mesmo pequenas diferenças serão detectadas, podendo resultar na ausência de normalidade. Dessa forma, podemos sempre rejeitar a hipótese nula, desde que tenhamos dados suficientes em mãos, ou seja, os testes de hipóteses seriam facilmente manipulados dependendo o objetivo do pesquisador.

Os testes de hipóteses não devem ser utilizados, inteiramente, para verificar as suposições. Eles recomendam a utilização de gráficos diagnósticos, pois a partir deles podemos identificar observações atípicas, variações heterogêneas dentro do tratamento e falta de normalidade dos resíduos. Os autores também recomendaram a utilização de outras ferramentas para auxiliarem no diagnóstico, como o “Wally plot” para interpretação dos pressupostos de modelos lineares. Por outro lado, recomendam os gráficos dos resíduos como o “confidence envelopes”.

Uma desvantagem destas análises pode ser a expertise do pesquisador, já que precisa de tempo e experiência, no entanto, esta capacidade permite ser mais eficiente na hora de fazer uma exploração nos dados, não sendo limitada para um tipo de delineamento.

- 7) Pimentel Gomes (1991) propõe um outro índice substituto ao coeficiente de variação experimental (CVe) para aferir a precisão experimental. De acordo com o autor qual é a principal vantagem da nova métrica? Como é feita a interpretação do índice proposto?

De acordo com o autor a principal desvantagem do CVe, consiste em não ser considerado a repetição de parcelas, o que pode acarretar variações no CVe em experimentos com igualdade de condições, mas com repetições diferentes.

Dessa forma, a principal vantagem da nova métrica, é justamente a inclusão da repetição no cálculo do índice, sendo mais preciso na análise. O IVe (Índice de variação experimental) representa um componente do intervalo de confiança de média da amostra ou população trabalhada. Quanto mais próximo de zero for o valor de IVe, maior será a precisão experimental.

- 8) De acordo com Resende e Duarte (2007), por que a acurácia seletiva é um estimador tão informativo na avaliação da qualidade experimental?

A acurácia seletiva é um estimador informativo pois considera atributos como, a magnitude da variação residual, número de repetições e o controle genético dos caracteres. Permitindo ser um bom estimador/preditor, considerando a média fenotípica dos cultivares, ou seja, considera o coeficiente de determinação genotípica (h^2). A acurácia representa a correlação entre os valores genotípicos reais e os estimados pelo modelo estatístico. Por outro lado, o estimador se relaciona diretamente com o teste F-Snedecor, onde o F calculado deve ser superior a 5,0, para obter uma acurácia do 0.9 (o valor dessa correlação varia de 0 a 1, sendo os valores mais próximos de 1 considerados os mais precisos)

- 9) No artigo do Piepho et al. (2013) Why Randomize Agricultural Experiments? quais as principais consequências da não randomização em experimentos caso haja um padrão sistemático de erro na área experimental? Existe alguma situação em que poderia ser dispensado o sorteio?

A randomização é um requisito essencial em experimentos sob condições de estresse, com tendência espacial, heterogeneidade na capacidade de produção, para não ocorrer tendência ao favorecimento de algumas parcelas em detrimento a outras. Dessa forma a não randomização tem como principal consequência a subestimação dos P-valores dos testes estatísticos, aumentando as chances de se cometer um erro do tipo 1, rejeitando incorretamente uma hipótese.

Mesmo em ambientes uniformes e controlados, o sorteio é indispensável, para não ocorrer nenhuma subestimação dos dados. Também é recomendado a utilização da blocagem associada a casualização para quando não se conhece os padrões de variação de local, principalmente em experimentos agrícolas, que

difficilmente se terá o conhecimento dessas condições. Além de que permite uma segurança espacial permitindo uma boa recollecção dos dados e interpretação.

- 10) Discorra sobre as relações entre as métricas de qualidade de experimentos de acordo com Cargnelutti Filho et al. (2009).

As métricas de CV e DMS, formam um primeiro grupo, em que apresentam uma relação positiva com o quadrado médio do erro (QME) e relação negativa com a média, também é uma medida que é independente do quadrado médio genotípico (QMG).

Menores variâncias residuais estão associadas a menores escores de CV e DMS e a maiores escores de h^2 , R^2 , Fc, IF e AS. Do ponto de vista de classificação da precisão experimental, seriam mais precisos os ensaios com menores escores de CV e DMS ou maiores escores de h^2 , R^2 , Fc, IF e AS. CV e a DMS são dependentes da média, enquanto as estatísticas h^2 , R^2 , Fc, IF e AS independem dela, o que lhes confere uma vantagem sobre as primeiras, do ponto de vista de classificação da precisão experimental.

Maiores valores das estimativas h^2 , R^2 , Fc, IF e AS estão associados a maiores variâncias genéticas. Assim, experimentos mais precisos são aqueles que apresentam maior variabilidade genética. Por tanto, as estatísticas acurácia seletiva, herdabilidade, coeficiente de determinação e valor do teste F para genótipo são mais adequadas do que o CV e a DMS pelo teste de Tukey, para avaliar a precisão experimental

- 11) Qual foi a métrica de qualidade de experimento proposta por Gurgel et al. (2013)? Quais foram as vantagens dessa métrica apontadas pelos autores frente ao coeficiente de variação experimental?

Ele propôs a métrica repetibilidade (r^2), sendo as principais vantagens apontadas frente ao coeficiente de variação (CV), a consideração da variância genética e o fato de que a variação da repetibilidade é responsável pela variação na correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis observadas e estimadas. A principal vantagem foi que o parâmetro r^2 tem um critério mais confiável, pois é fator associado as alterações no coeficiente de correlação r_s entre as médias estimadas e reais. Enquanto o coeficiente de variação, em qualquer intensidade, não demonstrou alterações em essas medidas, sendo constantes em cada nível de intensidade. Dessa forma a repetibilidade é o parâmetro, que quando definido seus valores para cada variável-resposta, irá definir critérios para descarte de experimentos de avaliação e recomendação de cultivares.