

# Relatório de Planejamento e Análise de Experimentos

Clevia Bento de Oliveira

22/09/2021

## Relatório referente à análise de um banco de dados em DIC, utilizando parcela subdividida.

### Introdução

No experimento em parcelas subdivididas, as parcelas experimentais são divididas em sub parcelas. São estudados dois ou mais fatores simultaneamente, tais fatores são chamados primários, secundários e assim por diante.

Os fatores primários são aleatorizados nas parcelas, os secundários nas sub parcelas. O modelo linear para o experimento em parcelas subdivididas no delineamento em blocos ao acaso é dado por:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij} + \theta_k + \gamma_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

onde:

- $\mu$  é a média geral;
- $\tau_i$  é o efeito do i-ésimo tratamento sobre a variável resposta;
- $\beta_j$  é o efeito do j-ésimo bloco sobre a variável resposta;
- $e_{ij}$  é o resíduo aleatório à nível de parcelas;
- $\theta_k$  é o efeito do k-ésimo sub-tratamento sobre a variável resposta;
- $\gamma_{ik}$  é o efeito da interação do i-ésimo tratamento com o j-ésimo subtratamento sobre a variável resposta;
- $\varepsilon_{ijk}$  é o resíduo aleatório associado a observação  $y_{ijk}$  à nível de sub-parcelas.

Neste trabalho será analisado um banco de dados fictício de um experimento em blocos casualizados, onde há 3 espécies diferentes de cultivares (CULT1, CULT2 e CULT3), 4 tipos diferentes de irrigação (irrigacao1, irrigacao2, irrigacao3 e irrigacao4) com 3 repetições em blocos casualizados.

### Objetivo:

Comparar se há diferença significativa de produção no plantio de diferentes espécies de cultivares e diferentes tipos de irrigação.

### Metodologia

Para esta análise será utilizado o pacote `ExpDes.pt` para obter a ANOVA e demais resultados.

### Visualização dos 10 primeiros dados do Banco de Dados

Cultivares	Irrigacao	Bloco	Prod
CULT1	irrigacao1	1	66
CULT1	irrigacao1	2	64
CULT1	irrigacao1	3	76
CULT1	irrigacao2	1	70
CULT1	irrigacao2	2	67
CULT1	irrigacao2	3	83
CULT1	irrigacao3	1	63
CULT1	irrigacao3	2	61
CULT1	irrigacao3	3	69
CULT1	irrigacao4	1	57

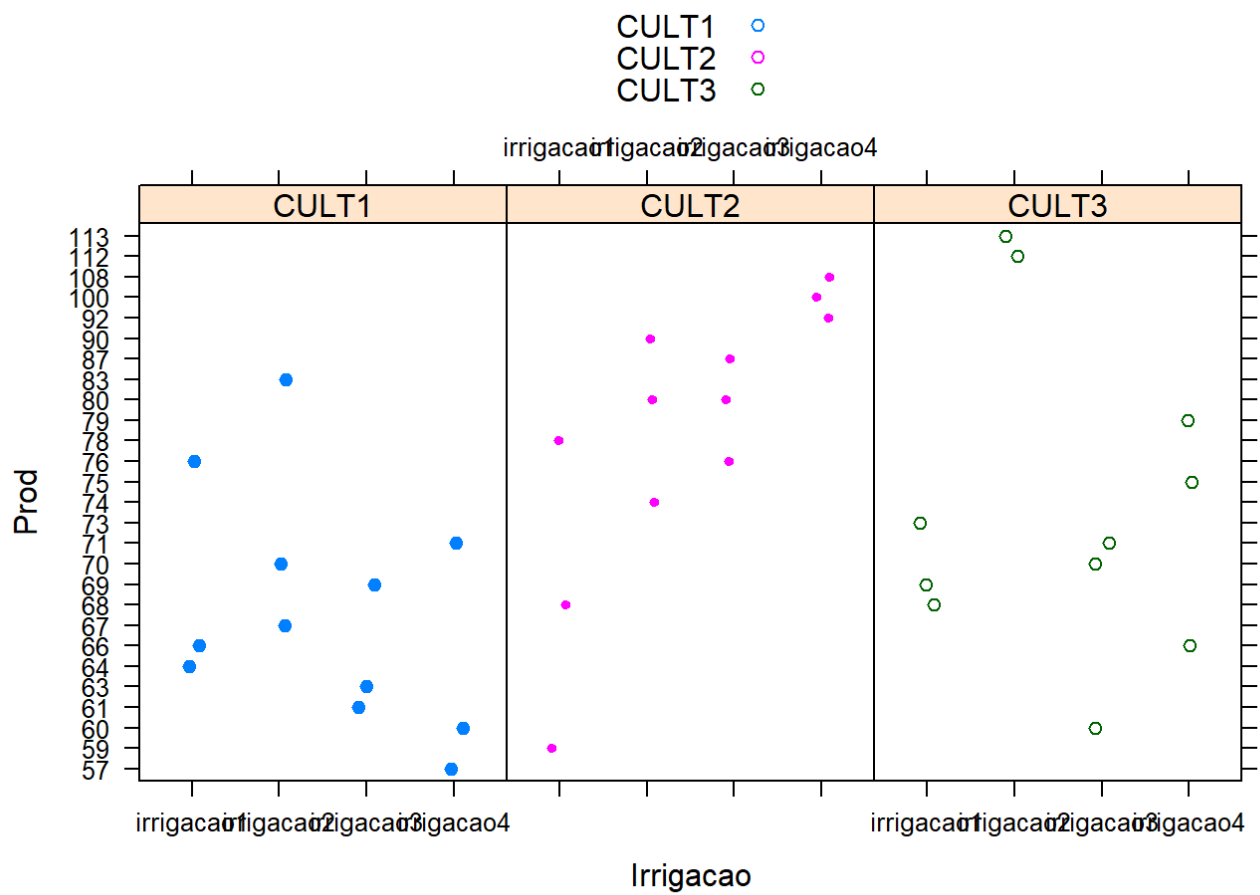
## Análise Descritiva

```
## Cultivares      Irrigacao      Bloco      Prod
## CULT1:12 irrigacao1:9 Min.      :1    60      : 2
## CULT2:12 irrigacao2:9 1st Qu.:1    66      : 2
## CULT3:12 irrigacao3:9 Median :2    68      : 2
##           irrigacao4:9 Mean    :2    69      : 2
##           3rd Qu.:3    70      : 2
##           Max.    :3    71      : 2
##           (Other):24
```

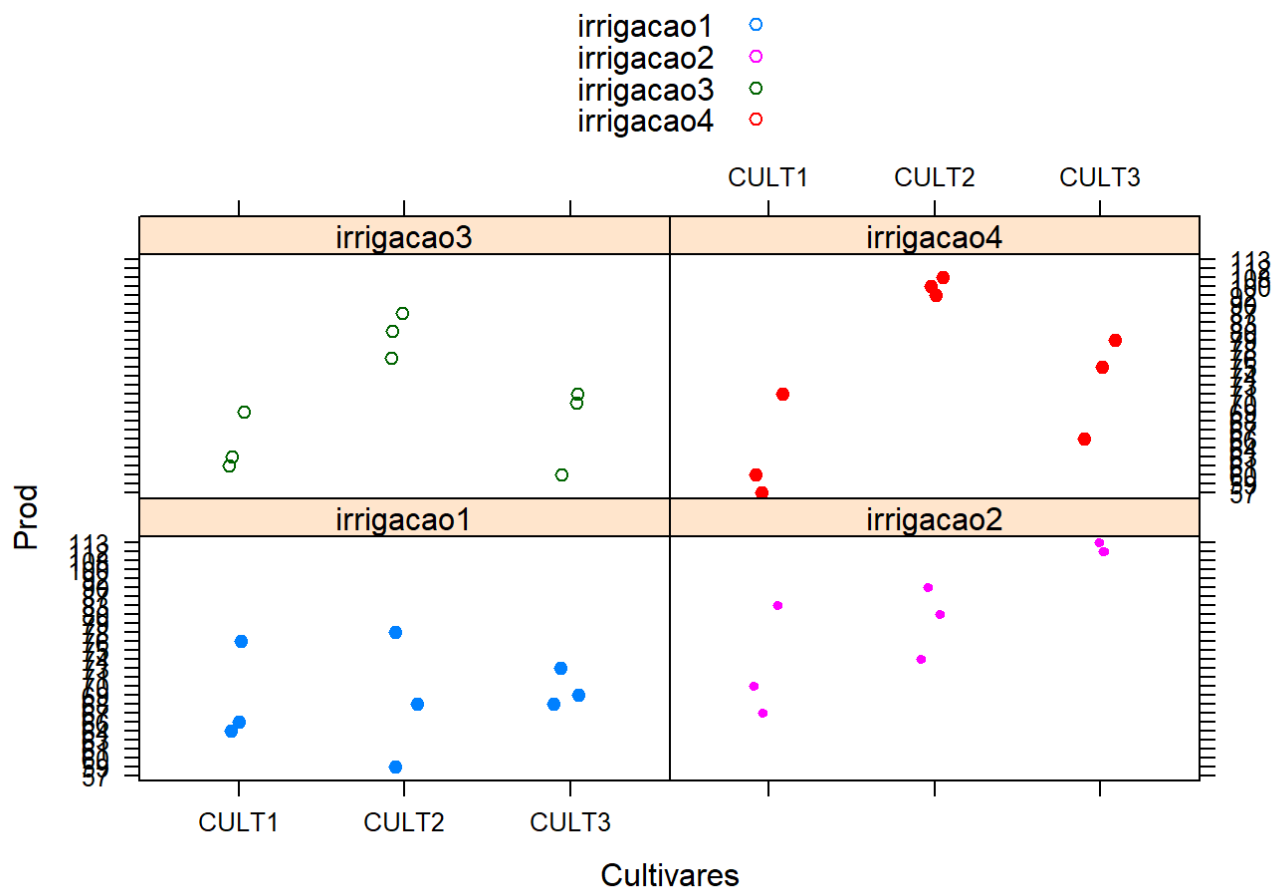
```
## tibble [36 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
## $ Cultivares: Factor w/ 3 levels "CULT1","CULT2",...: 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
## $ Irrigacao : Factor w/ 4 levels "irrigacao1","irrigacao2",...: 1 1 1 2 2 2 3 3
3 4 ...
## $ Bloco      : num [1:36] 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 ...
## $ Prod       : Factor w/ 27 levels "57","59","60",...: 7 6 16 11 8 20 5 4 10 1
...
```

## Visualização do Experimento

Aqui vemos a Irrigação dado os Cultivares



Aqui vemos os Cultivares dada a Irrigação



# Teste de Hipóteses

## Hipóteses que queremos testar:

H0: Não há diferença entre as irrigações em relação a produtividade.

H1: Há influência da irrigação na produtividade.

H0: Há diferença entre os blocos.

H1: Não há diferença entre os blocos.

H0: Não há diferença entre os cultivares na produtividade.

H1: Há diferença dos cultivares na produção.

H0: A interação entre os cultivares e irrigação não é significativa.

H1: A interação é significativa.

```
dados1.av = aov(Prod ~ Cultivares*Irrigacao + Error(Bloco:Cultivares))
summary(dados1.av)
```

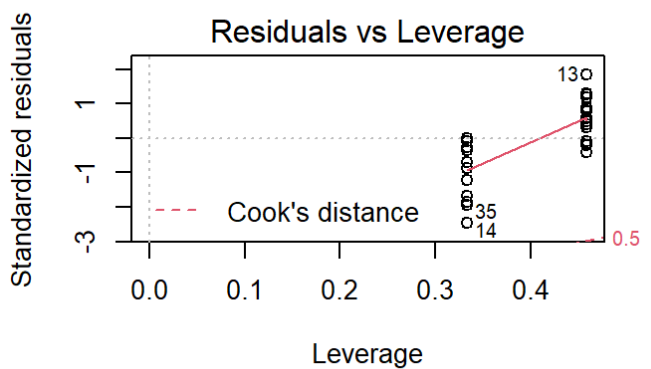
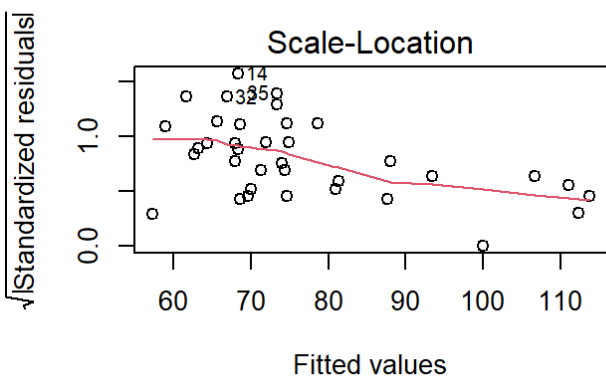
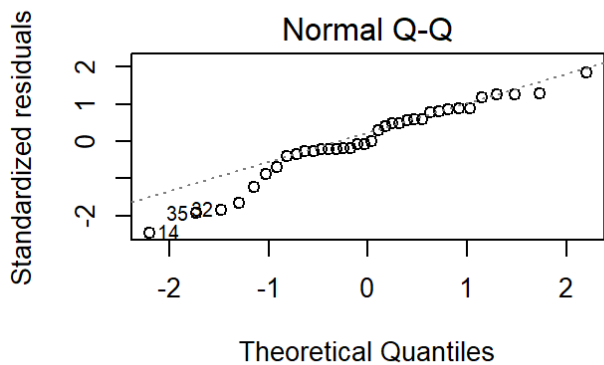
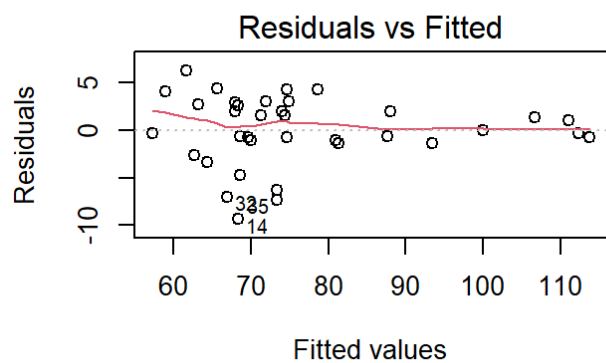
```
##
## Error: Bloco:Cultivares
##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Cultivares    2   1408    704.2    1.476  0.503
## Residuals     1     477    477.0
##
## Error: Within
##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Cultivares      2     399    199.4     9.263 0.00131 **
## Irrigacao       3    2245     748.3    34.767 2.49e-08 ***
## Cultivares:Irrigacao 6    3563     593.9    27.596 6.33e-09 ***
## Residuals      21     452     21.5
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

## Análise de Resíduos

```
dados.avb = aov(Prod ~ Cultivares*Irrigacao + Bloco*Cultivares-Bloco)
summary(dados.avb)
```

```
##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Cultivares      2   1687     843.4    39.186 8.17e-08 ***
## Irrigacao       3    2245     748.3    34.767 2.49e-08 ***
## Cultivares:Irrigacao 6    3564     593.9    27.596 6.33e-09 ***
## Cultivares:Bloco   3     597     199.1     9.252 0.000425 ***
## Residuals      21     452     21.5
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
par(mfrow=c(2,2))
plot(dados.avb)
```



No segundo gráfico (superior à direita), estudamos a normalidade dos resíduos. Quanto mais próximo da reta os pontos se distribuem mais parecerá com uma distribuição normal, nesse caso os dados se distribuem normalmente.

## Teste de Normalidade

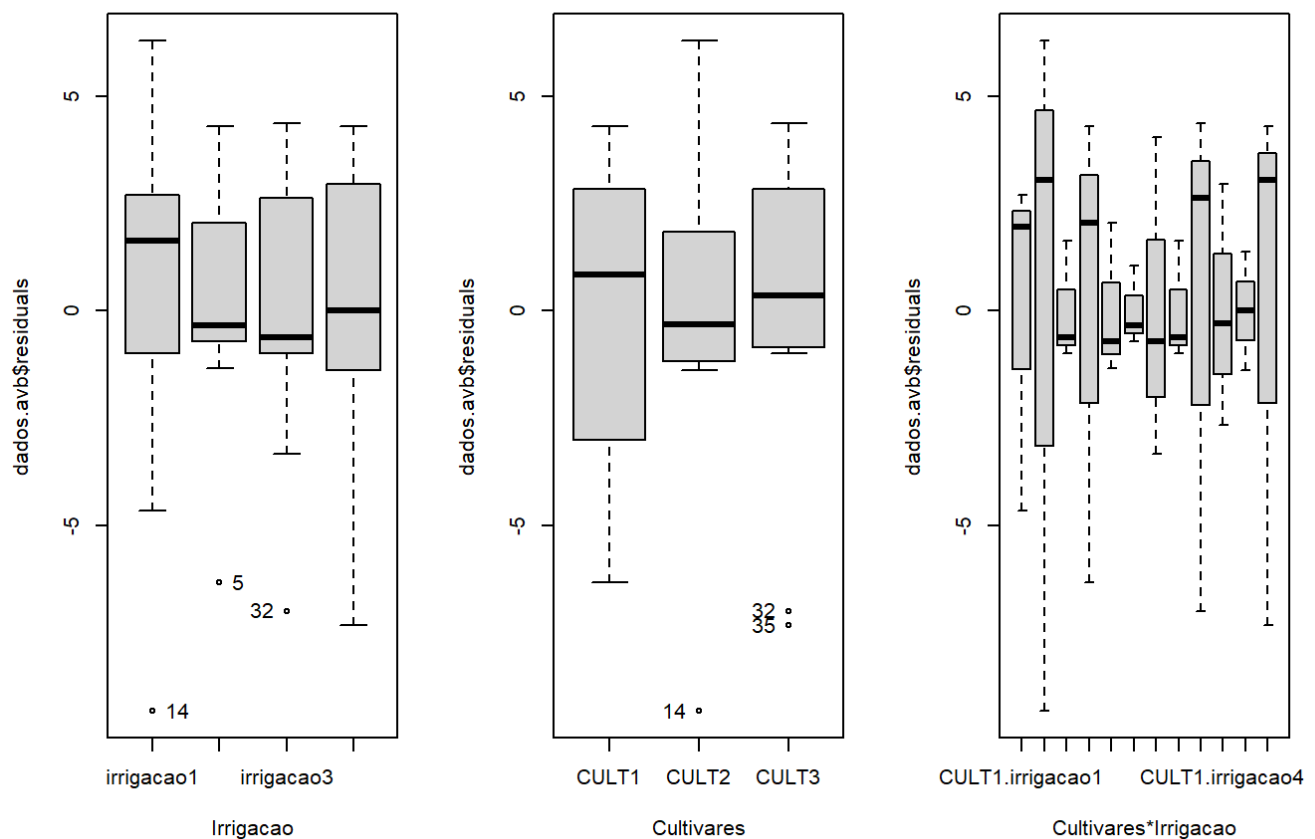
```
shapiro.test(dados.avb$residuals)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  dados.avb$residuals
## W = 0.93821, p-value = 0.0447
```

Podemos ver que o teste deu significativo, ou seja, os dados seguem uma distribuição Normal.

```
## [1] "14" "5"  "32"
```

```
## [1] "14" "32" "35"
```



```
##
## Bartlett test of homogeneity of variances
##
## data: dados.avb$residuals and Irrigacao
## Bartlett's K-squared = 1.5667, df = 3, p-value = 0.667
```

```
##
## Bartlett test of homogeneity of variances
##
## data: dados.avb$residuals and Cultivares
## Bartlett's K-squared = 0.059896, df = 2, p-value = 0.9705
```

## Análise utilizando o pacote ExpDes.pt

```
require(ExpDes.pt)
psub2.dbc(Cultivares, Irrigacao, Bloco, Prod, quali = c(TRUE, TRUE), mcomp = "tukey",
  fac.names = c("Cultivares", "Irrigação"), sigF = 0.05)
```

```

## -----
## Legenda:
## FATOR 1 (parcela):  Cultivares
## FATOR 2 (subparcela):  Irrigação
## -----
##
## -----
## $`Quadro da analise de variancia\n
-----\n`
##          GL      SQ      QM      Fc      Pr(>Fc)
## Cultivares          2 1686.7 843.36 26.750 0.004839 **
## Bloco              2  722.7 361.36 11.462 0.022073 *
## Erro a             4  126.1  31.53
## Irrigação          3 2244.8 748.25 67.175 < 2.2e-16 ***
## Cultivares*Irrigação 6 3563.5 593.92 53.319 < 2.2e-16 ***
## Erro b            18  200.5  11.14
## Total             35 8544.3
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## -----
## CV 1 = 7.305333 %
## CV 2 = 4.342245 %
##
##
##
## Interacao significativa: desdobrando a interacao
## -----
##
## Desdobrando  Cultivares  dentro de cada nivel de  Irrigação
## -----
##          GL      SQ      QM      Fc
## Cultivares : Irrigação irrigacao1  2.00000  4.666667  2.333333 0.143713
## Cultivares : Irrigação irrigacao2  2.00000 2546.000000 1273.000000 78.405474
## Cultivares : Irrigação irrigacao3  2.00000  480.888889  240.444444 14.809239
## Cultivares : Irrigação irrigacao4  2.00000 2218.666667 1109.333333 68.325064
## Erro combinado          13.58219 220.521944  16.236111
##          valor.p
## Cultivares : Irrigação irrigacao1 0.867436
## Cultivares : Irrigação irrigacao2      0
## Cultivares : Irrigação irrigacao3 0.000387
## Cultivares : Irrigação irrigacao4      0
## Erro combinado
## -----
##
##
## Cultivares dentro de Irrigação irrigacao1
## -----
## De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.
## -----
## Niveis  Medias
## 1  CULT1 68.66667
## 2  CULT2 68.33333
## 3  CULT3 70.00000

```

```

## -----
##
## Cultivares dentro de Irrigação irrigacao2
## -----
## Teste de Tukey
## -----
## Grupos Tratamentos Medias
## a      CULT3      112.3333
## b      CULT2      81.33333
## b      CULT1      73.33333
## -----
##
## Cultivares dentro de Irrigação irrigacao3
## -----
## Teste de Tukey
## -----
## Grupos Tratamentos Medias
## a      CULT2      81
## b      CULT3      67
## b      CULT1      64.33333
## -----
##
## Cultivares dentro de Irrigação irrigacao4
## -----
## Teste de Tukey
## -----
## Grupos Tratamentos Medias
## a      CULT2      100
## b      CULT3      73.33333
## c      CULT1      62.66667
## -----
##
##
## Desdobrando Irrigação dentro de cada nivel de Cultivares
## -----
##
##          GL          SQ          QM          Fc  valor.p
## Irrigação : Cultivares CULT1    3  205.5833    68.52778    6.15212 0.004577
## Irrigação : Cultivares CULT2    3 1531.3333   510.44444  45.825436         0
## Irrigação : Cultivares CULT3    3 4071.3333  1357.11111  121.83541         0
## Erro b          18   200.5000    11.13889
## -----
##
##
## Irrigação dentro de Cultivares CULT1
## -----
## Teste de Tukey
## -----
## Grupos Tratamentos Medias
## a      irrigacao2      73.33333
## ab     irrigacao1      68.66667
## b      irrigacao3      64.33333
## b      irrigacao4      62.66667
## -----
##
##

```



```
##
## Irrigação dentro de Cultivares CULT2
## -----
## Teste de Tukey
## -----
## Grupos Tratamentos Medias
## a      irrigacao4      100
## b      irrigacao2      81.33333
## b      irrigacao3      81
## c      irrigacao1      68.33333
## -----
## -----
##
##
## Irrigação dentro de Cultivares CULT3
## -----
## Teste de Tukey
## -----
## Grupos Tratamentos Medias
## a      irrigacao2      112.3333
## b      irrigacao4      73.33333
## b      irrigacao1      70
## b      irrigacao3      67
## -----
## -----
```

## Conclusão

Pela análise de Variâncias as interações foram significativas.

Analisando os desdobramentos temos que:

Para a Irrigação 1, os Cultivares não apresentaram diferença significativa.

Para a Irrigação 2, o Cultivar 3 teve melhor desempenho, seguido do Cultivar 2.

Para a Irrigação 3, o Cultivar 2 teve melhor desempenho.

Para a Irrigação 4, o Cultivar 2 teve melhor desempenho. Com isso podemos concluir que dentre os 3 Cultivares, o Cultivar 2 apresenta melhores resultados em relação às Irrigações.

Para o Cultivar 1, a Irrigação 2 apresenta melhores resultados.

Para o Cultivar 2, a Irrigação 4 apresenta melhores resultados.

Para o Cultivar 3, a Irrigação 2 apresenta melhores resultados.

Podemos concluir que dentre as 4 Irrigações, a Irrigação 2 apresenta melhores resultados em relação aos Cultivares.