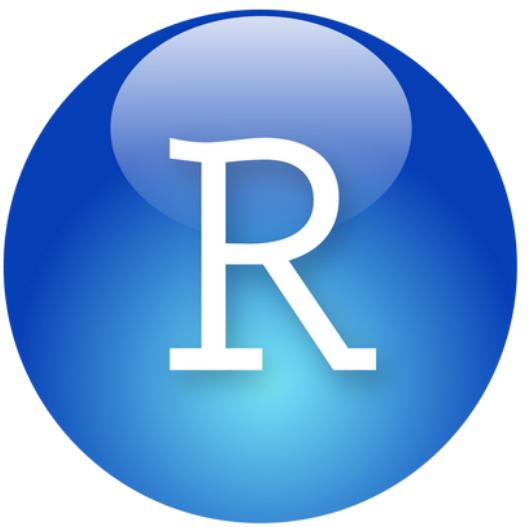


ANÁLISE DE VARIÂNCIA



thiagoramires@utfpr.edu.br



(43) 99183-0309

Introdução

Problema

Já vimos em teste de hipótese como comparar **duas** médias.

Introdução

Problema

Já vimos em teste de hipótese como comparar **duas** médias.

E se quisermos comparar mais de duas?

Introdução

Problema

Já vimos em teste de hipótese como comparar **duas** médias.

E se quisermos comparar mais de duas?

Como realizar o experimento?

Introdução

Problema

Já vimos em teste de hipótese como comparar **duas** médias.

E se quisermos comparar mais de duas?

O que devo considerar?

Como realizar o experimento?

Introdução

Problema

Já vimos em teste de hipótese como comparar **duas** médias.

E se quisermos comparar mais de duas?

O que devo considerar?

Como realizar o experimento?

Quantas amostras de cada fator?

Introdução

Problema

Já vimos em teste de hipótese como comparar **duas** médias.

E se quisermos comparar mais de duas?

O que devo considerar?

Como realizar o experimento?

Quantas amostras de cada fator?

Análise de variância
ANOVA

Princípios básicos

Suponha que queremos comparar o efeito de reções na produção de leite

Ração A



Ração B



uma amostra de cada?

Princípios básicos

Suponha que queremos comparar o efeito de reções na produção de leite

Ração A



Ração B



uma amostra de cada?
Repetição



Posso escolher por conveniência?



Princípios básicos

Suponha que queremos comparar o efeito de reções na produção de leite

Ração A



uma amostra de cada?
Repetição

Ração B



Posso escolher por conveniência?
Casualização



Vacas podem ser diferentes?



Princípios básicos

Suponha que queremos comparar o efeito de reções na produção de leite

Ração A



uma amostra de cada?
Repetição

Ração B



Posso escolher por conveniência?
Casualização



Vacas podem ser diferentes?
Controle local



Definições

- Variável resposta: O que estamos medindo no experimento
- Fator: é a variável que irá influenciar na resposta (tipo, quantidade, etc)
- Níveis do Tratamento (tratamento): quantidade de níveis em cada fator
- Erro aleatório: Influencia não controlada
- Delineamento: Tipo de experimento realizado (modelo)

Definições

- Variável resposta: O que estamos medindo no experimento
- Fator: é a variável que irá influenciar na resposta (tipo, quantidade, etc)
- Níveis do Tratamento (tratamento): quantidade de níveis em cada fator
- Erro aleatório: Influencia não controlada
- Delineamento: Tipo de experimento realizado (modelo)

Modelos de ANOVA

É a equação que determina quais efeitos estão influenciando na variável resposta

- $y = \text{tratamento} + \text{erro}$: Delineamento inteiramente casualizado (DIC)
- $y = \text{tratamento} + \text{bloco} + \text{erro}$: Delineamento em bloco casualizado (DBC)

Etapas

Etapas



Montar o experimento



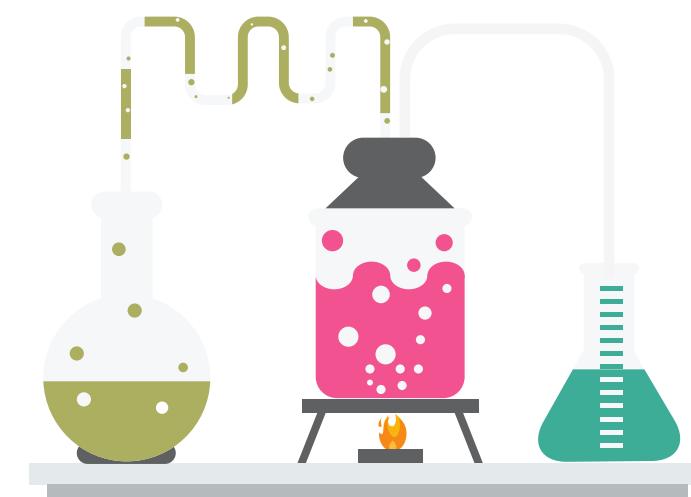
Etapas



Montar o experimento



Execução do experimento



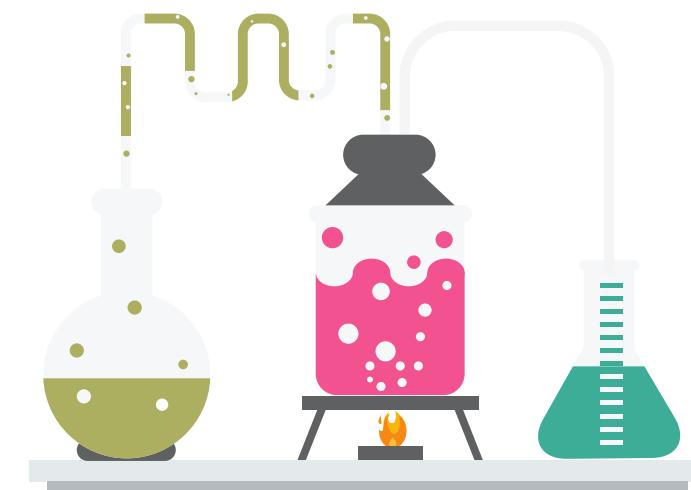
Etapas



Montar o experimento



Execução do experimento



Análise





Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes





Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes

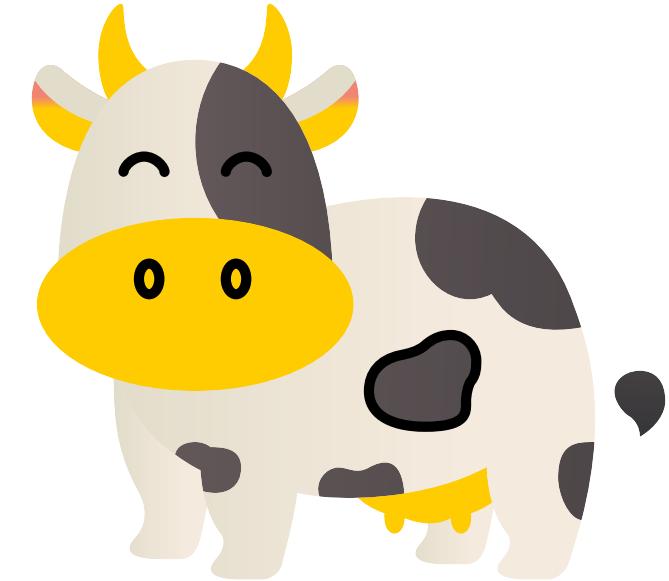


Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



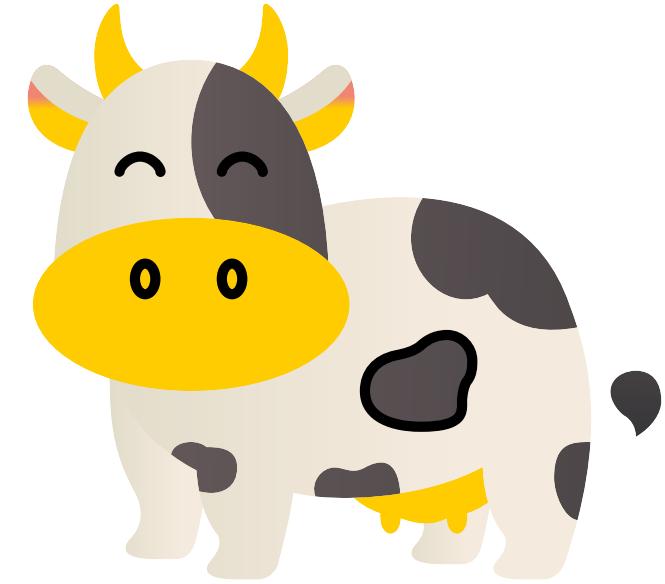
Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

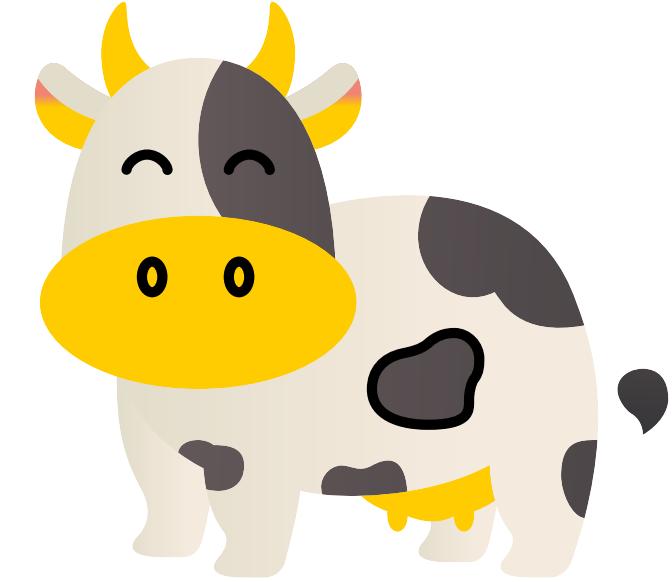
Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

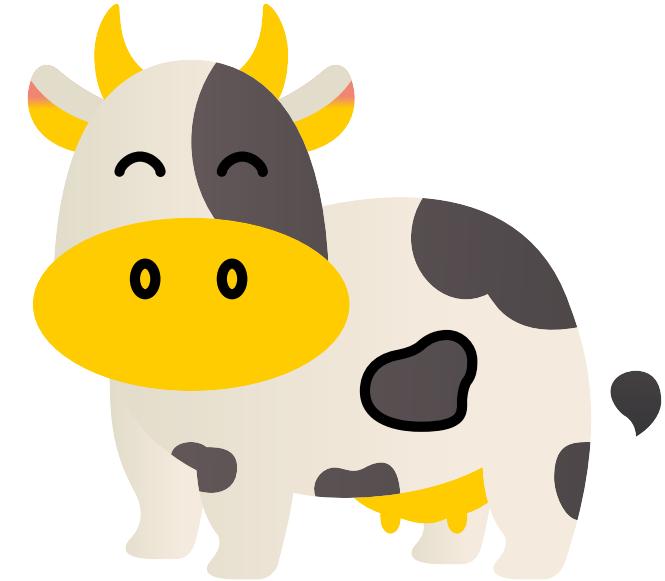
amostras: 15

Repetições: 5

Todos os gados considerados no estudo são da mesma raça, alocados em locais semelhantes



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

✓ Repetição

Todos os gados considerados no estudo são da mesma raça, alocados em locais semelhantes



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

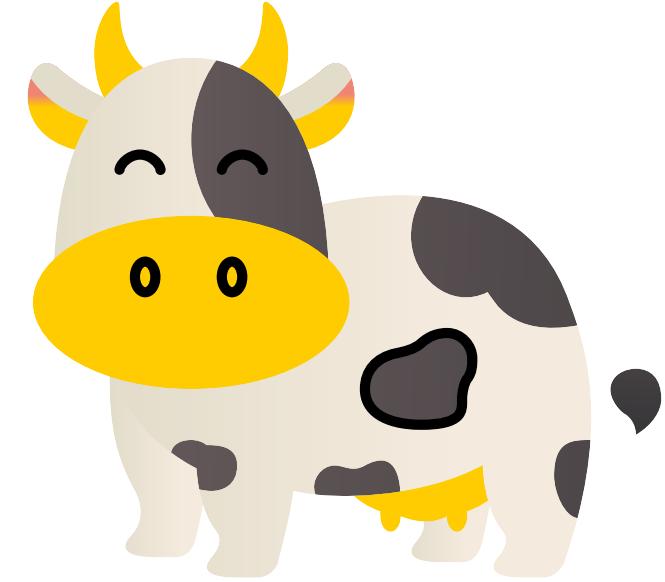
✓ Repetição

Todos os gados considerados no estudo são da mesma
raça, alocados em locais semelhantes

✓ Controle local



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

✓ Repetição

Todos os gados considerados no estudo são da mesma raça, alocados em locais semelhantes

✓ Controle local

⚠ Casualização



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras:15

Repetições: 5

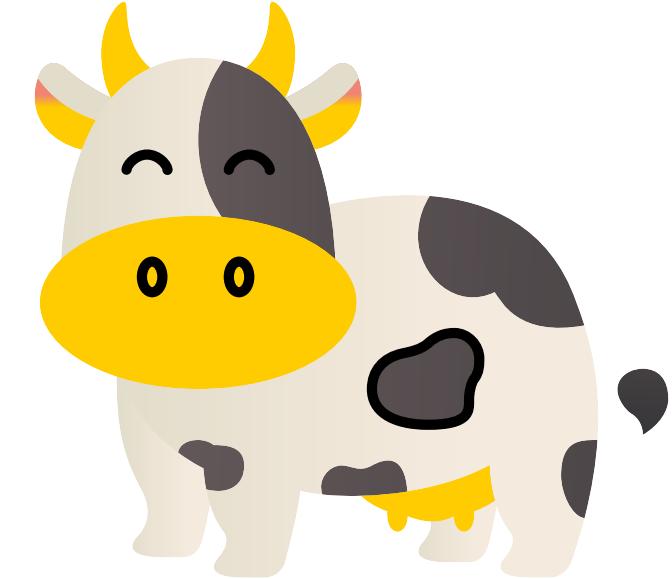
⚠️ **Casualização**

```
library(agricolae)
tratamentos=c('d1','d2','d3')
rep=5
croqui=design.crd(tratamentos,rep)
croqui
```





Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:

quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

 **Casualização**

```
library(agricolae)  
tratamentos=c('d1','d2','d3')  
rep=5  
croqui=design.crd(tratamentos,rep)  
croqui
```



Montar o experimento



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

```
library(easyanova)  
data(data1)  
data1
```



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

```
library(easyanova)  
data(data1)  
data1
```



Execução do experimento



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

Faça um boxplot, por tipo de dieta,
para os ganhos de produção

3

Análise



Vamos comparar a produtividade de leite de 15 animais tratados com 3 rações diferentes



Fator: Ração

Nível (tratamentos): 3

Variável resposta:
quantidade de leite

amostras: 15

Repetições: 5

```
library(ggplot2)  
ggplot(data1,aes(Diet,Gain,fill=Diet))+geom_boxplot()
```

3

Análise

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	$F=a/b$
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	F=a/b
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	F=a/b
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	F=a/b
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

Quadrado médio: Efeito médio na resposta

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	F=a/b
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

Quadrado médio: Efeito médio na resposta

Test F: Teste de hipótese

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	$F=a/b$
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Se $F < 1$

efeito não controlado é maior

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

Quadrado médio: Efeito médio na resposta

Test F: Teste de hipótese

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	$F=a/b$
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Se $F < 1$

efeito não controlado é maior

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

Se $F = 1$

efeito não controlado é maior = efeito tratamento

Test F: Teste de hipótese

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	$F=a/b$
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Se $F < 1$

efeito não controlado é maior

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

Se $F = 1$

efeito não controlado é maior = efeito tratamento

Quadrado médio: Efeito médio na resposta

Se $F > 1$

efeito tratamento é maior

Test F: Teste de hipótese

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	$F=a/b$
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Quanto maior que 1?

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

Quadrado médio: Efeito médio na resposta

Test F: Teste de hipótese

ANOVA

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	t-1	total Tratamento	a	$F=a/b$
Resíduos	n - t	total Resíduo	b	
Total	n-1	Variação total		

Fonte de variação: Efeitos que podem alterar a resposta

Quanto maior que 1?

Soma de quadrado: Efeito total na resposta

Verificar o p-valor!

Quadrado médio: Efeito médio na resposta

H_0 : não existe efeito de tratamento

Test F: Teste de hipótese

H_1 : Ao menos um tratamento tem efeito

ANOVA



```
modelo=ea1(data1,design = 1)  
modelo$`Analysis of variance`
```

ANOVA



```
modelo=ea1(data1,design = 1)
```

```
modelo$`Analysis of variance`
```

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	2	3640	1820.0	6.13
Resíduos	12	3560	296.6	

ANOVA



```
modelo=ea1(data1,design = 1)
```

```
modelo$`Analysis of variance`
```

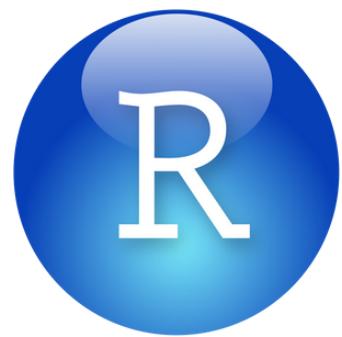
Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	2	3640	1820.0	6.13
Resíduos	12	3560	296.6	

H0: não existe efeito de tratamento

H1: Ao menos um tratamento tem efeito

p-valor=0.01

ANOVA



```
modelo=ea1(data1,design = 1)
```

```
modelo$`Analysis of variance`
```

Fonte de variação	grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	Teste F
Tratamentos	2	3640	1820.0	6.13
Resíduos	12	3560	296.6	

H0: não existe efeito de tratamento

H1: Ao menos um tratamento tem efeito

p-valor=0.01

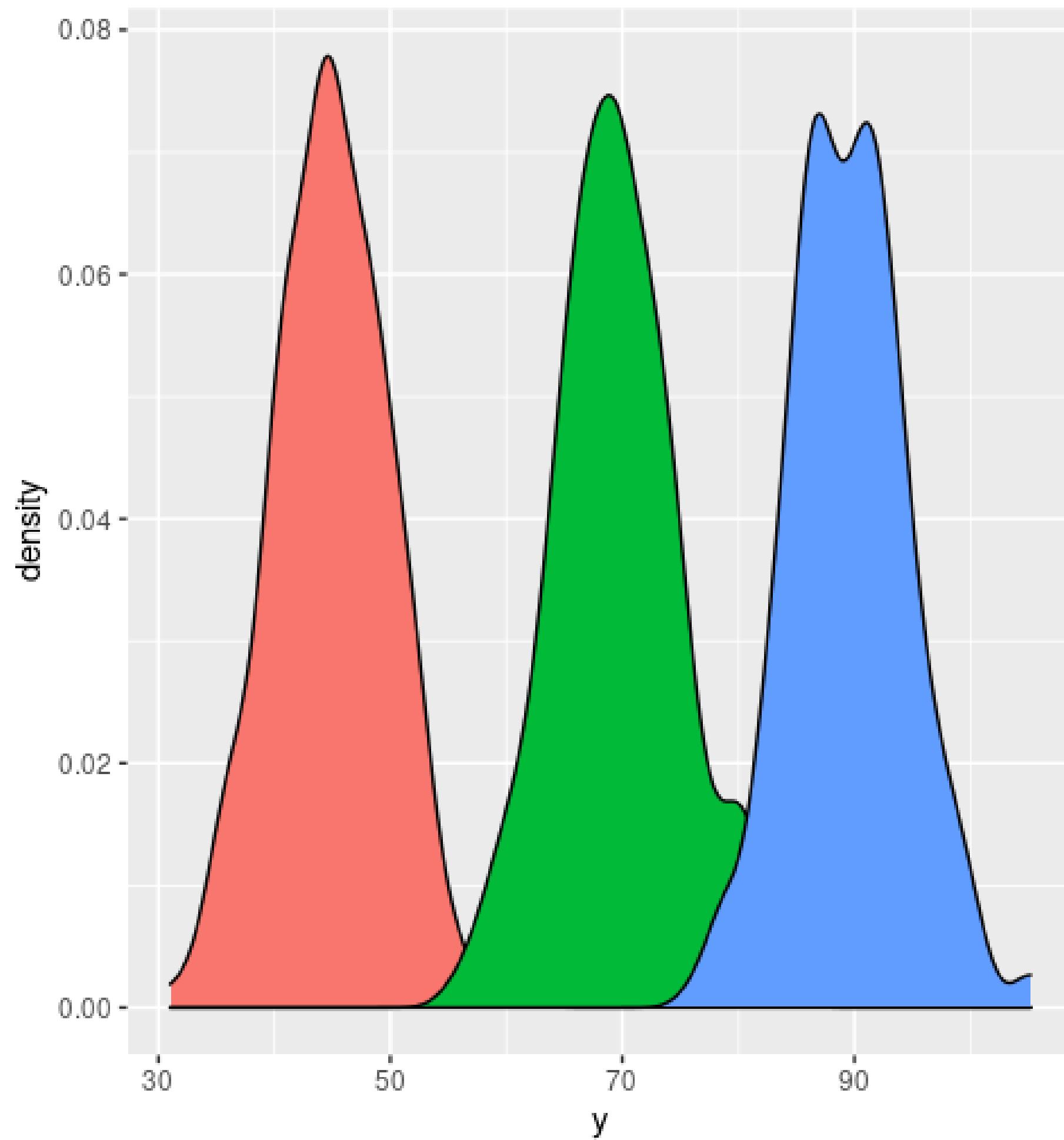
Com 5% de significância, rejeita-se a hipótese nula de

que não existe efeito de tratamento, logo ao menos

um desses interfere na produção de leite

Qual o melhor tratamento? Comparação de médias (par a par)

1. Ordenar da maior a menor
2. Fazer os testes (tukey)
3. Letras iguais significa que são iguais



Casos

tratamento

Teste

trat

a

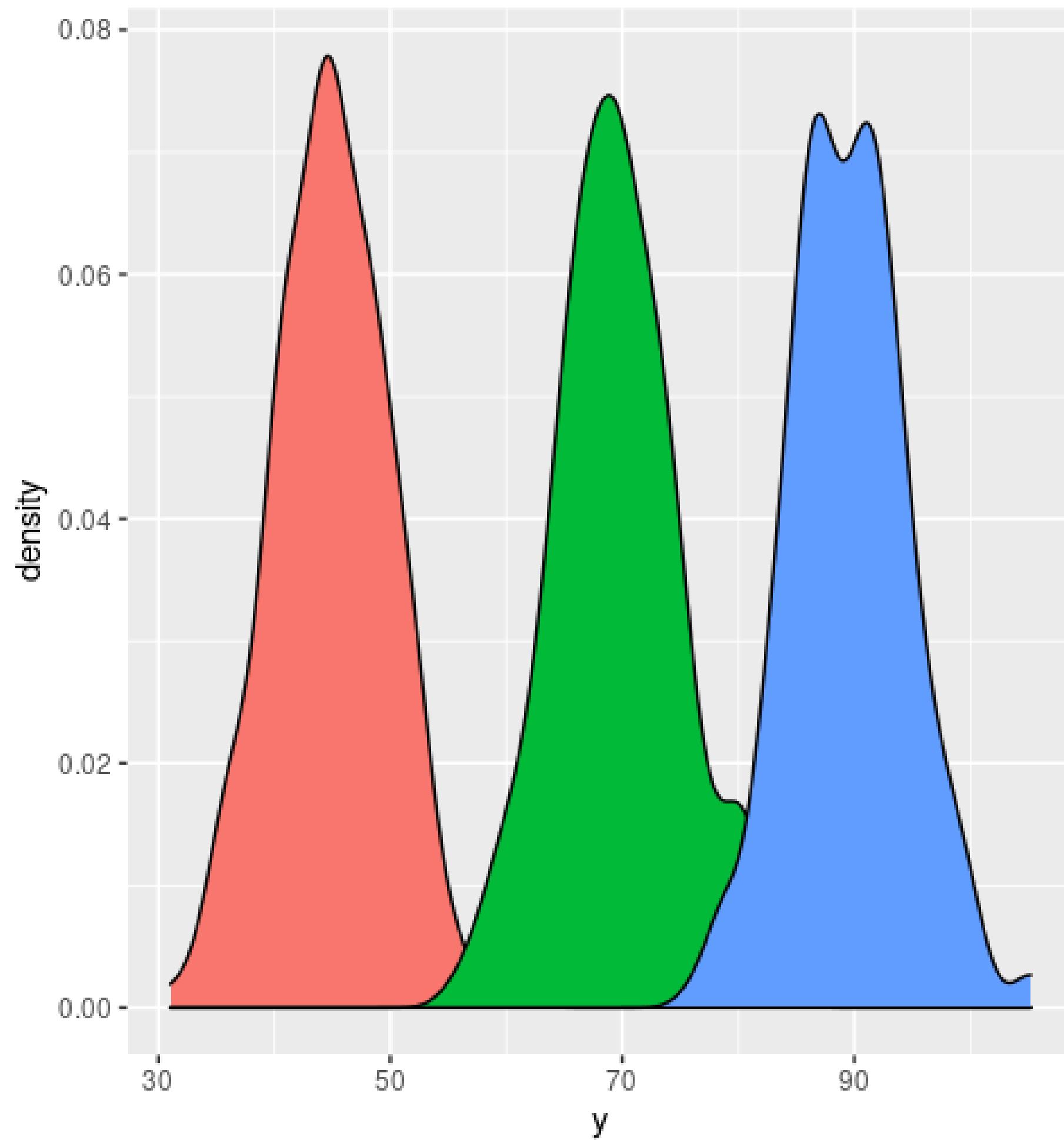
b

c

C

B

A



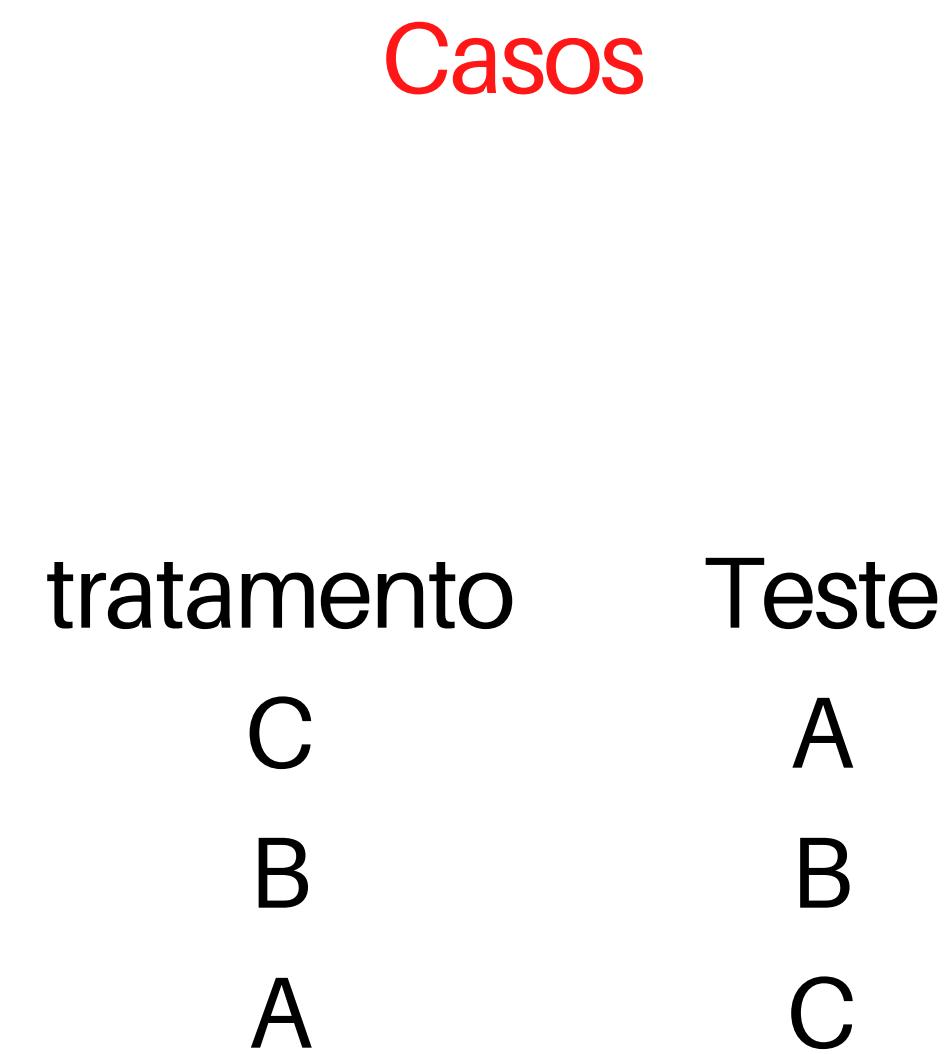
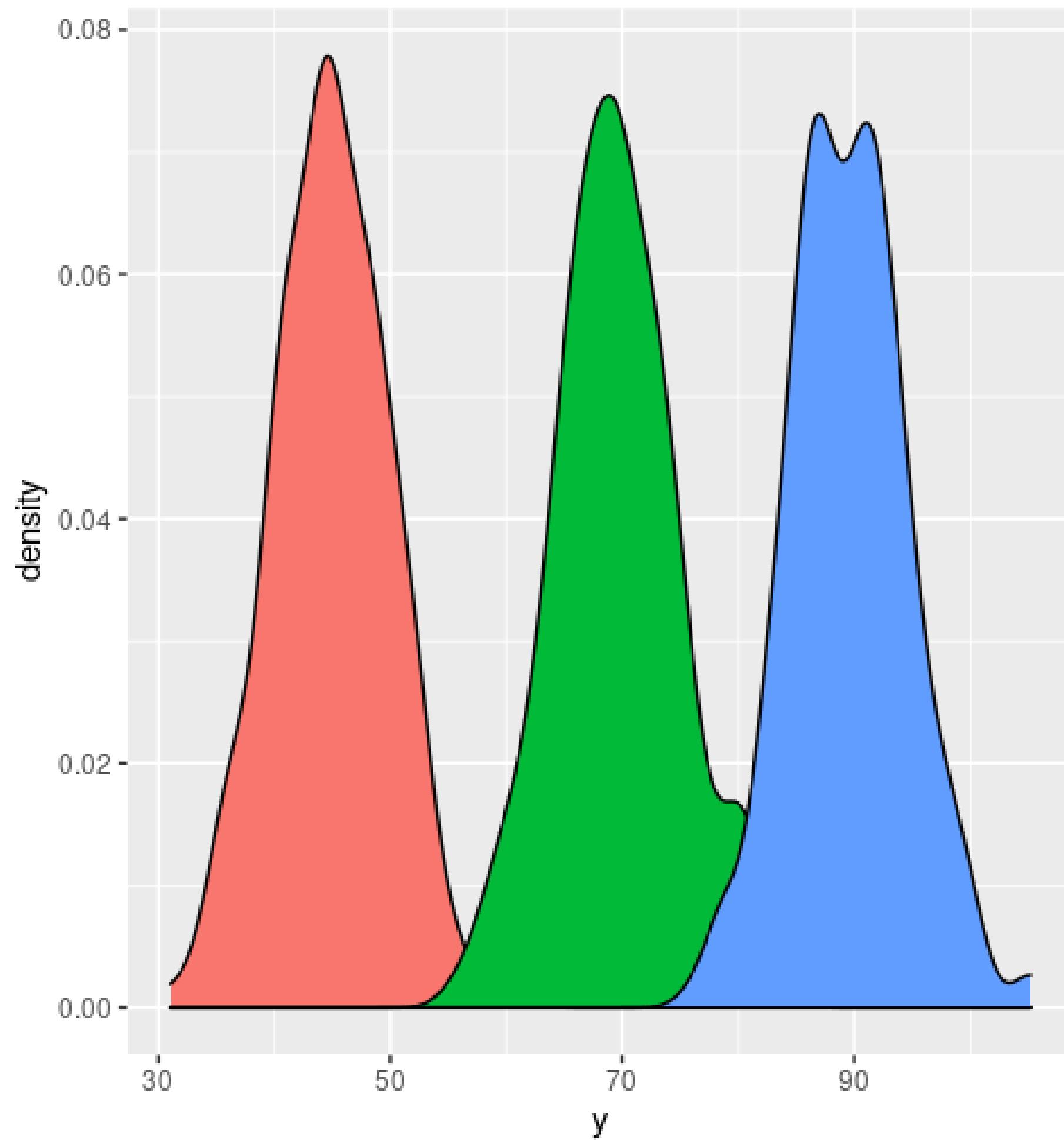
Casos

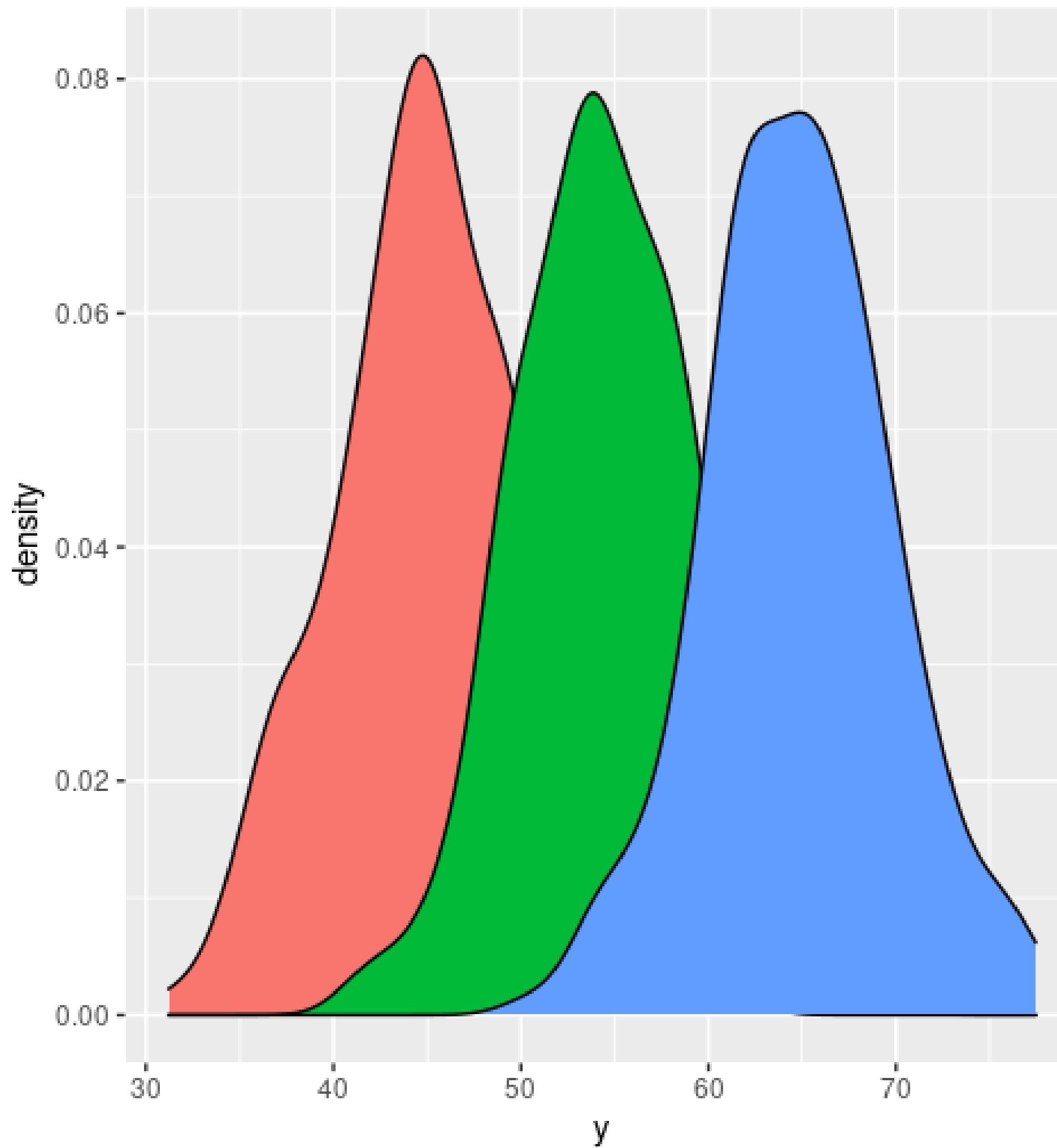
tratamento

trat
a
b
c

Teste

A
B
A





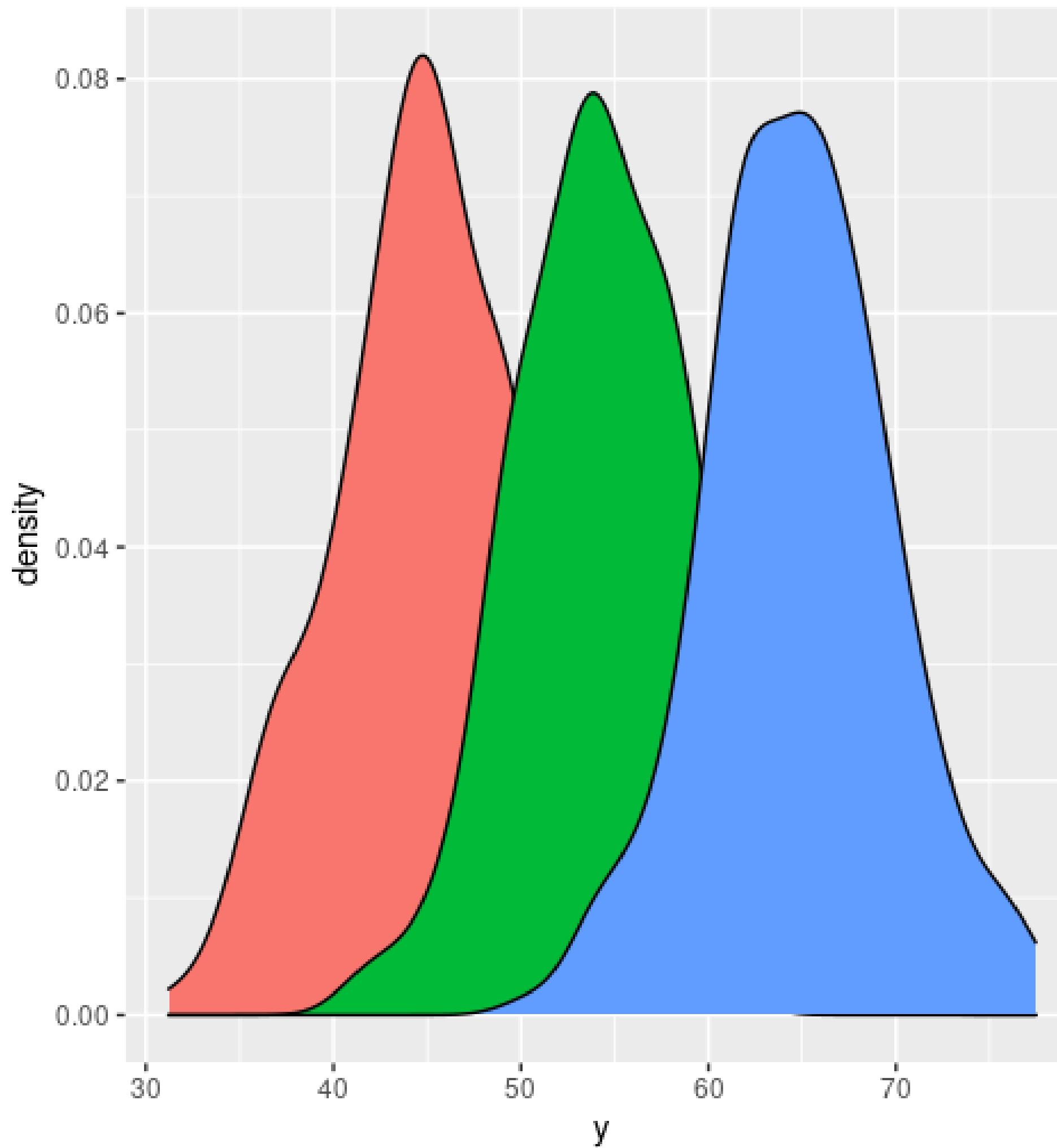
Casos

tratamento

trat
a
b
c

Teste

C
B
A



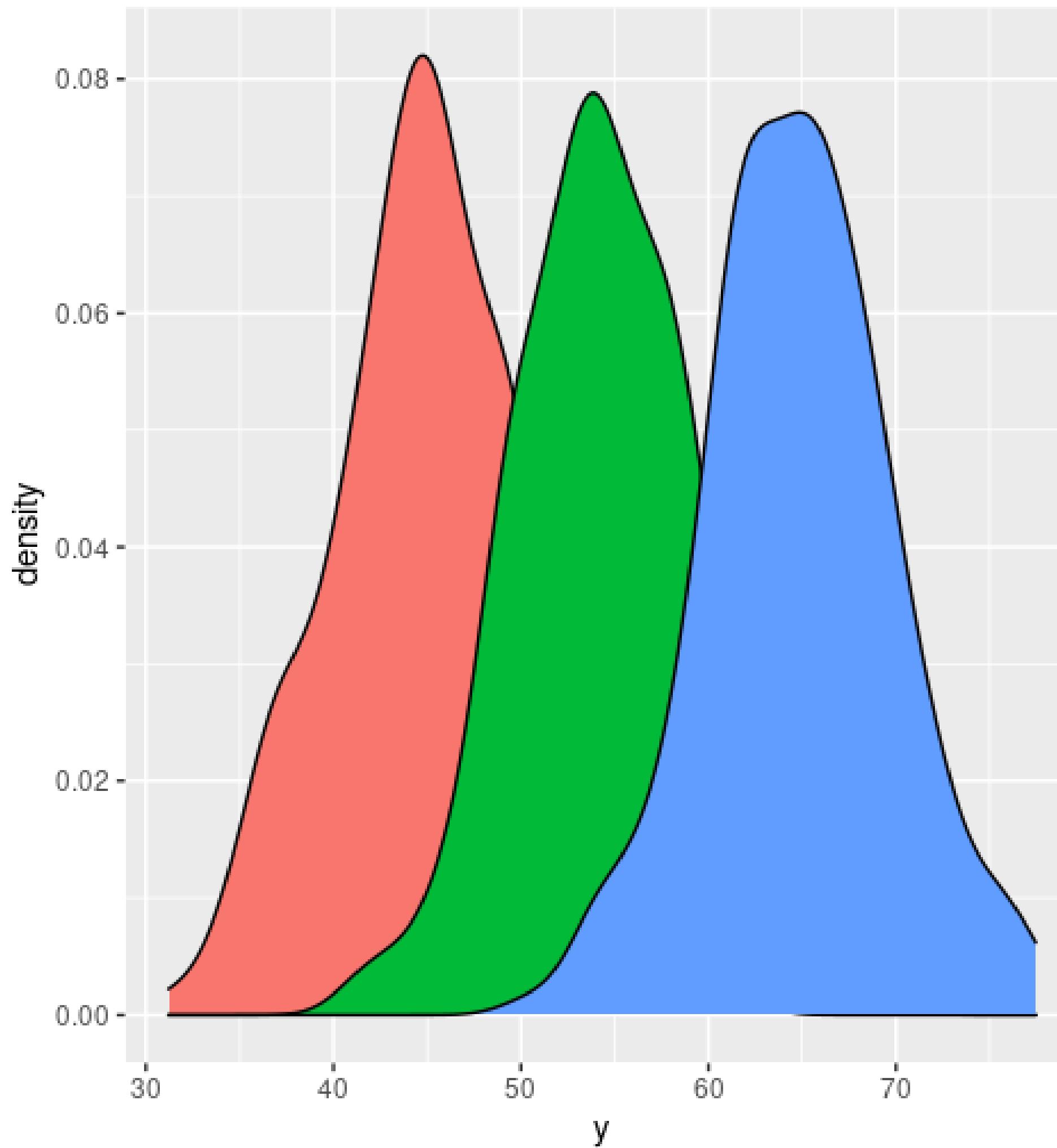
Casos

tratamento

trat
a
b
c

Teste

C
B
A



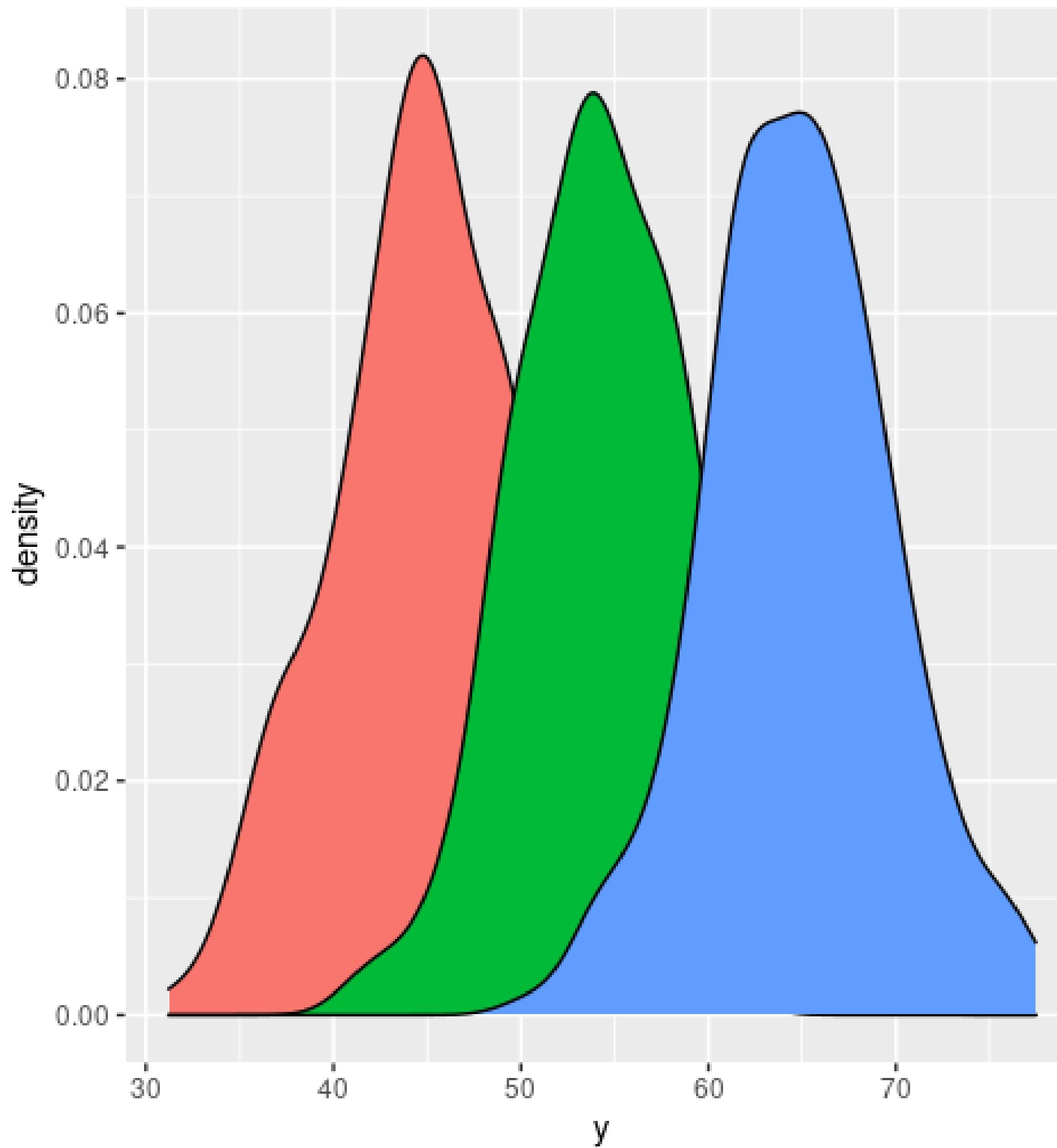
Casos

tratamento

trat
a
b
c

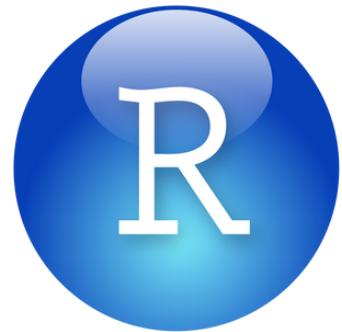
Teste

C
A
B
A
B



Casos

tratamento	Teste
trat	
a	A
b	AB
c	B



Qual o melhor tratamento? Comparação de médias (par a par)

modelo\$Means

As médias obtidas de produção de leite, bem como os resultados dos testes, foram:

Médias Tukey

D3 312 a

D1 280 b

D2 278 b



Qual o melhor tratamento? Comparação de médias (par a par)

modelo\$Means

As médias obtidas de produção de leite, bem como os resultados dos testes, foram:

Médias Tukey

D3	312	a
D1	280	b
D2	278	b

Podemos concluir, com 5% de significância, que:

- A dieta 3 foi a maior, sendo diferente das demais
- Não podemos dizer que as dietas D1 e D2 são diferentes
- Logo, a melhor dieta é a 3

Análise de resíduos

Por fim, devemos validar toda a análise feita, mostrando que o modelo utilizado está correto

Análise de resíduos

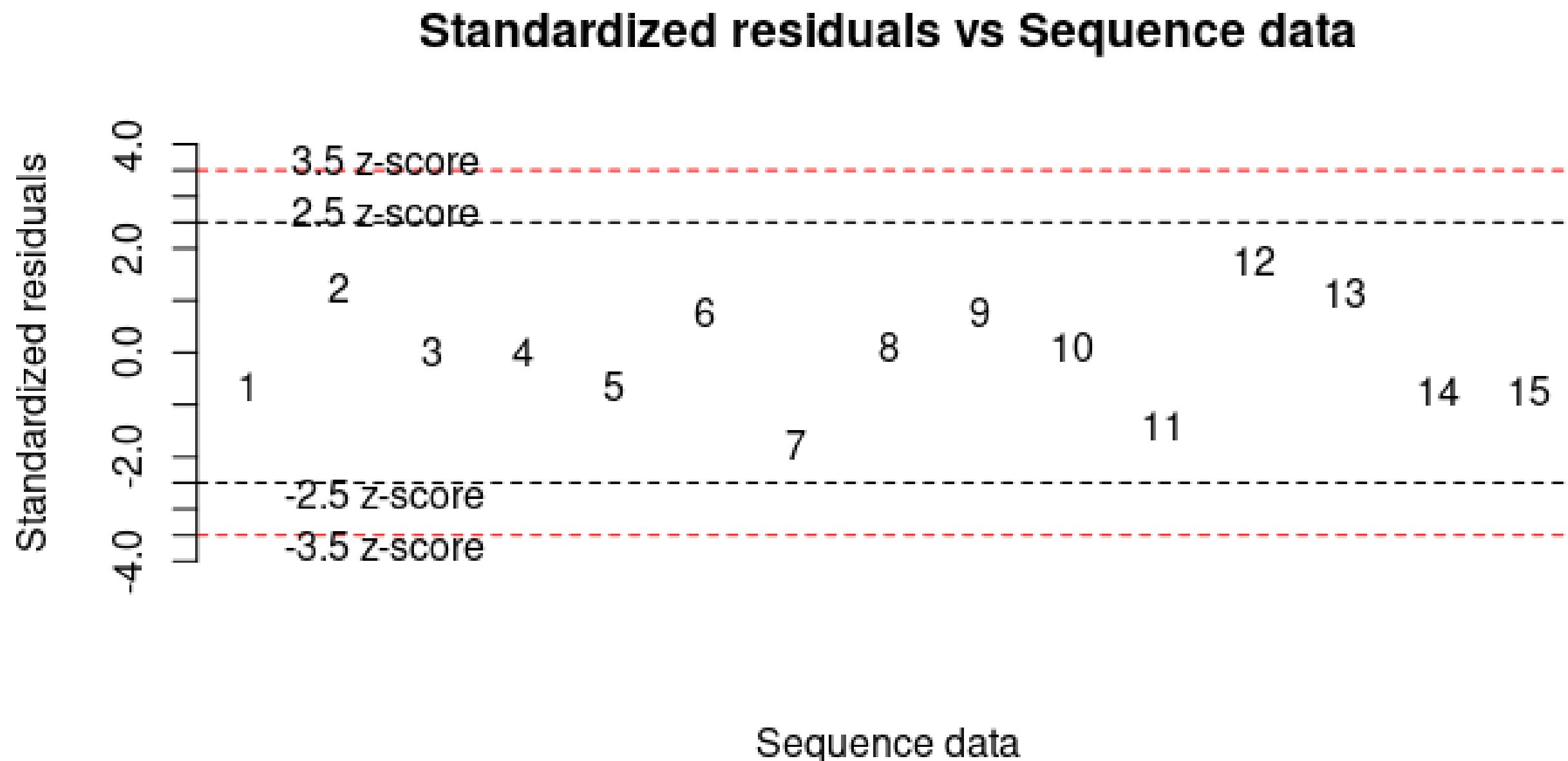
Por fim, devemos validar toda a análise feita, mostrando que o modelo utilizado está correto



Se 95% dos pontos estiverem dentro do intervalo, o modelo está correto.

Análise de resíduos

Por fim, devemos validar toda a análise feita, mostrando que o modelo utilizado está correto



Se 95% dos pontos estiverem dentro do intervalo, o modelo está correto.

Etapas



Montar o experimento Elaborar o croqui

Etapas



Montar o experimento Elaborar o croqui



Execução do experimento Coletar os dados

Etapas



Montar o experimento Elaborar o croqui



Execução do experimento Coletar os dados



Análise

1. Análise gráfica inicial
2. Escolha do modelo da ANOVA
3. Quadro ANOVA
4. Teste Tukey
5. Resíduos