

Introdução à Otimização de Experimentos

Profa. Heloisa Maria de Oliveira

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Curitibanos

Objetivo:

Elaborar uma receita de pão sem glúten utilizando farinha de mandioca descrito em Escouto(2000).



Fonte: Cura pela Natureza



Fonte: <https://br.depositphotos.com>

Tabela: Descrição do Experimento.

| Fatores | Descrição | Níveis | | | Codificação | | |
|---------|---------------------|-------------|----|----|-------------|---|---|
| | | (em gramas) | | | | | |
| X_1 | Clara de ovo | 10 | 20 | 30 | -1 | 0 | 1 |
| X_2 | Farinha de mandioca | 45 | 55 | 65 | -1 | 0 | 1 |
| X_3 | Fermento | 05 | 10 | 15 | -1 | 0 | 1 |

Experimento Completo:

$3^3 = 27$ tratamentos distintos

Otimização:

20 unidades experimentais

Construção do Delineamento:

Critério A e Critério D

Tabela: Matrizes de delineamentos alternativos para o experimento da receita de pão de mandioca.

| BCC com $\alpha=1$ | | | D-ótimo | | | A-ótimo | | |
|--------------------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| x_1 | x_2 | x_3 | x_1 | x_2 | x_3 | x_1 | x_2 | x_3 |
| -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 0 |
| -1 | 1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -1 | 1 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | 0 | 1 | -1 | 0 | 1 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 |
| -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 0 | -1 | 1 | 0 |
| -1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 |
| -1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 |
| 0 | -1 | 0 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | -1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabela: Eficiências dos delineamentos alternativos para o experimento da receita de pão de mandioca.

| | BCC com $\alpha=1$ | D-ótimo | A-ótimo |
|-------|--------------------|---------|---------|
| D-eff | 97.02 | 100.00 | 100.00 |
| A-eff | 96.15 | 100.00 | 100.00 |

Vamos praticar

Objetivo:

Avaliar o número de brotos da orquídea Chuva de Ouro (Oncidium) após 24 meses submetidas a 3 tipos de substratos, 3 intensidades de luminosidade, 3 quantidades de água (ml), 3 tipos de fertilizantes (em g) e 3 tipos de temperaturas.



Fonte: www.elo7.com.br

Tabela: Descrição do Experimento.

| Fatores | Descrição | | | | Níveis | | | Codificação |
|---------|--------------|---------------|----------------|---------------|--------|---|---|-------------|
| X_1 | Substrato | fibra de coco | casca de pinus | casca de café | -1 | 0 | 1 | |
| X_2 | Luminosidade | alta | média | baixa | -1 | 0 | 1 | |
| X_3 | Temperatura | alta | média | baixa | -1 | 0 | 1 | |
| X_4 | Água | 15 | 20 | 25 | -1 | 0 | 1 | |

Considerando **20 unidades experimentais**.

Qual dos delineamentos será mais adequado ao experimento?

Tabela: Eficiências dos delineamentos alternativos.

| | D-ótimo | A-ótimo | I-ótimo |
|-------|---------|---------|---------|
| D-eff | 100.00 | 100.00 | 96.22 |
| A-eff | 90.85 | 82.25 | 100.00 |
| I-eff | 97.96 | 91.29 | 91.34 |

Aplicações dos critérios D e A em Experimentos Fatoriais em DBC

Objetivo:

Avaliar o rendimento de produção de 6 espécies de feijão.
Controlando



Fonte: www.xapuri.info

| Fatores | Descrição | Codificação | | |
|---------|-------------------|-------------|---|---|
| X_1 | Nitrogênio | -1 | 0 | 1 |
| X_2 | Potássio | -1 | 0 | 1 |
| X_3 | Fosfato | -1 | 0 | 1 |
| X_4 | Sulfato de Amônio | -1 | 0 | 1 |

Experimento Completo:

$3^4 = 81$ tratamentos distintos para cada bloco.

Otimização:

4 unidades experimentais em cada bloco

Construção do Delineamento:

Critério A e Critério D

Tabela: Eficiências dos delineamentos alternativos.

| | D-ótimo | A-ótimo | I-ótimo |
|-------|---------|---------|---------|
| D-eff | 100.00 | 93.51 | 96.00 |
| A-eff | 100.00 | 74.91 | 92.34 |
| I-eff | 100.00 | 92.34 | 98.03 |

Otimização de Experimentos no Software R

Pacote **AlgDesign**

- Realiza a Construção de Delineamento Fracionários;
- Encontra os delineamentos usando o Algoritmo de Fedorov com os critérios.

Discussão

- Delineamentos ótimos são flexíveis na construção e apresentam boas propriedades na estimação dos parâmetros
- critério composto visam ajustar os modelos com mais de um critério

Referências Bibliográficas

- Atkinson, A.C.; Donev, A.N.; Tobias, R.D. (2007) *Optimum experimental designs, with SAS*. Oxford: Oxford University Press.
- Gilmour, S.G.; Trinca, L.A. (2012) *Optimum design of experiments for statistical inference*. Applied Statistics (Print), Vol. 61, Part 3, 345–401.
- Jones, B.; Goos, P. (2012) *I-optimal versus D-optimal split-plot response surface designs*. University of Antwerp (Print), Vol. 61, 237–251.
- Miller, A.J.; Nguyen, N. (1994) *Algorithm AS 295. A Fedorov Exchange Algorithm for D-optimal design*. Biometrics, Vol.43, 669–678.