

# Instalação, Avaliação e Procedimentos Experimentais

---

*Leonardo Cunha Melo*

*Luís Cláudio de Faria*

*Maria José Del Peloso*

*Aloísio Sartorato*

*Carlos Agustín Rava (in memoriam)*

*Adriane Wendland*

## Conceitos Básicos

A experimentação agrícola tem como objetivo básico estabelecer metodologias que possibilitem o planejamento, a execução, a análise e a interpretação de experimentos.

O experimento ou ensaio pode ser definido como sendo um trabalho experimental planejado, que segue determinados princípios básicos, no qual se faz a comparação de tratamentos, com o objetivo de resolver algum problema ou responder a alguma pergunta.

O tratamento é o método, elemento ou material cujo o efeito se deseja medir ou comparar em um experimento. No caso da Rede Nacional de Avaliação de Feijoeiro, os tratamentos são sempre as linhagens/cultivares testadas em cada ensaio.

A parcela experimental é a unidade básica do experimento. Cada parcela recebe uma amostra de uma linhagem testada e deve ter a capacidade de representar todo o potencial desse genótipo em condições de cultivo comercial. Cada parcela fornecerá um dado experimental de cada característica analisada, de forma que o número de dados coletados por característica seja igual ao número de parcelas do experimento.

O erro experimental são as variações ao acaso que ocorrem nos experimentos, atribuídas a efeitos de fatores não controlados pelo experimentador, conhecidos ou não, que afetam os resultados experimentais de forma conjunta, não sendo possível a quantificação de cada fator isoladamente.

Esses fatores não controlados estão relacionados principalmente com a heterogeneidade de solo e de condições de manejo dentro do experimento, como por exemplo a ocorrência de erros na profundidade e espaçamento de plantio e nas doses de adubos e defensivos agrícolas distribuídas nas parcelas experimentais. Esses erros podem ser ocasionados pelos mais diferentes motivos, mas entre os principais estão a imperícia do operador e a má regulagem ou utilização inadequada de máquinas e implementos agrícolas. Dessa forma, redução da variação desses fatores entre as parcelas propiciará uma redução do erro experimental, o que acarretará um aumento da precisão do ensaio e, dessa forma, tem-se maiores chances de diferenciar estatisticamente as linhagens avaliadas, recomendando sempre aquela que apresenta superioridade real de desempenho.

O delineamento experimental é o plano utilizado para distribuir os tratamentos nas parcelas do experimento. Nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), o delineamento utilizado é sempre o de blocos casualizados (DBC), que preconiza que o experimento deve ser dividido em regiões homogêneas (blocos). Nesse delineamento, cada tratamento deve ser analisado em todos os blocos, e, portanto, cada bloco deve, obrigatoriamente, conter todos os tratamentos, de forma que todas as linhagens tenham as mesmas condições de avaliação.

Os princípios básicos da experimentação são as regras básicas que devem ser seguidas em um ensaio para que suas informações e conclusões sejam válidas. O primeiro princípio é que todo o experimento deve ter repetições dos tratamentos, de forma que se consiga estimar o erro experimental e se obtenha estimativas mais precisas do efeito dos tratamentos, possibilitando assim a realização das análises estatísticas. O segundo princípio básico é o da casualização, que diz que os tratamentos devem ser distribuídos nos experimentos de forma aleatória, de maneira que cada tratamento tenha a mesma probabilidade de ser destinado a qualquer parcela, seja ela favorável ou não. O terceiro princípio é o do controle local e tem o objetivo de obter uma distribuição dos tratamentos sempre em áreas mais homogêneas possíveis (blocos).

## **Confecção de Planilhas e Sorteio dos Tratamentos nas Parcelas Experimentais**

O primeiro passo para se preparar um experimento é a elaboração de uma planilha de campo que informe a ordem em que as linhagens vão

estar dispostas no experimento. Essa ordem é definida por meio de um sorteio totalmente aleatório das linhagens dentro de cada bloco, visto que nos ensaios de VCU sempre será utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC). Esse sorteio visa atender um dos princípios básicos da experimentação, que é a casualização dos tratamentos nas parcelas experimentais. Após a casualização, a planilha é impressa e enviada juntamente com as sementes dos ensaios para servir de referência na instalação, condução e colheita dos experimentos. Em cada linha da planilha tem-se a informação referente a uma parcela experimental, onde são informados os números da parcela, da repetição e do tratamento, além do nome da linhagem ou cultivar (testemunha) a ser avaliada na referida parcela. Nas colunas estão espaços em branco onde serão especificadas as variáveis analisadas em cada experimento e preenchidas as informações obtidas em cada uma das avaliações realizadas, para cada uma das parcelas experimentais.

## Escolha da Área Experimental

Para escolha de uma área experimental adequada, é imprescindível que se tenha um histórico completo de sua utilização nos últimos cinco anos, evitando-se, assim, a utilização de áreas com heterogeneidade de utilização ao longo do tempo, o que com certeza reduziria a precisão experimental do ensaio, comprometendo as informações obtidas. De preferência, deve-se dar prioridade para glebas que estejam a dois anos sem cultivo de feijão, sem infestação excessiva de plantas daninhas, principalmente aquelas de difícil controle (tiririca por exemplo), sem problemas de compactação de solo, distantes de locais com excessivo tráfego de pessoas, veículos, implementos e plantios comerciais. Sempre que possível, dar preferência a locais com possibilidades de irrigação, pois, caso ocorram veranicos, existe a possibilidade de suplementação hídrica, evitando a perda do experimento. Para os plantios realizados na época de inverno, é obrigatório a utilização de sistemas de irrigação para garantir o bom desenvolvimento das linhagens. Evite a instalação dos experimentos em áreas muito largas (mais de 30 m), principalmente se for uma área com declividade acentuada, pois isso pode levar à instalação dos blocos em áreas heterogêneas. Prefira, sempre, instalar o experimento na área compreendida entre duas curvas de retenção (quando existir), mas se não for possível, instale todas as parcelas de um mesmo bloco em uma única curva, separando, em curvas de retenção diferentes, somente as parcelas localizadas em blocos diferentes.

## **Tamanho da Parcela Experimental**

No caso dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), as parcelas são sempre constituídas de quatro linhas de 4 m de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas e com a semeadura de 15 sementes por metro linear, totalizando 240 plantas por parcela experimental. No entanto, a área total de cada parcela (quatro linhas) é dividida em área útil e bordadura, sendo que as duas linhas centrais (120 plantas) se constituem em área útil e as duas linhas laterais de cada parcela são as bordaduras. As linhas de bordadura têm a finalidade de evitar a interferência entre os tratamentos colocados em parcelas vizinhas, bem como manter as condições de competição em parcelas localizadas nas extremidades dos experimentos. Dessa forma, somente os dados obtidos na área útil serão utilizados para coleta de dados e realização da análise estatística dos experimentos e, portanto, a colheita das duas linhas centrais tem sempre prioridade sobre a colheita das linhas laterais de cada parcela.

## **Coleta de Dados e Épocas e Escalas de Avaliação**

Os dados experimentais devem ser coletados ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento do feijoeiro, de acordo com a época mais adequada de avaliação de cada característica. Não será possível coletar dados de todas as características, em todos os experimentos, mas deve-se tentar avaliar o máximo possível de características por ensaio. Os dados de produtividade, avaliados nas três repetições, são obtidos por pesagem dos grãos colhidos na área útil de cada parcela. Além disso, existe uma escala de notas para cada uma das demais características que deve ser avaliada em pelo menos duas repetições. Todos os dados coletados devem ser anotados nas planilhas a serem enviadas para análise estatística ao final do experimento.

## **Avaliação da Arquitetura da Planta**

A equipe de melhoramento de feijoeiro comum da Embrapa Arroz e Feijão desenvolveu uma escala de avaliação de arquitetura e acamamento de plantas que permite diferenciar os genótipos pela maior ou menor facilidade de colheita mecânica, de forma que a nota 1 refere-se a genótipos ideais para colheita mecanizada e a nota 9 a genótipos sem condições de colher com auxílio de máquinas. Essa escala de notas para acamamento de plantas é a seguinte:

1. 0% plantas acamadas
2. 1 a 10% de plantas acamadas
3. 11 a 20% de plantas acamadas
4. 21 a 40% de plantas acamadas
5. 41 a 60% de plantas acamadas
6. 61 a 70% de plantas acamadas
7. 71 a 80% de plantas acamadas
8. 81 a 90% de plantas acamadas
9. 91 a 100% de plantas acamadas

Vale ressaltar que o grau de inclinação da planta em relação ao eixo central de crescimento influencia a nota de acamamento, de tal forma que as plantas que não estão totalmente apoiadas no solo, são contabilizadas com um redutor de 50%.

Na avaliação da arquitetura de plantas são consideradas três características para definição das notas:

#### 1 Comprimento das Guias

GC- Guias curtas - < de 20 cm

GI- Guias intermediárias - 20 a 60 cm

GL- Guias longas - > 60 cm

#### 2 Altura da extremidade da vagem em relação ao solo

VA- Vagens Altas - > 15 cm

VI- Vagens Intermediárias - 10 a 15 cm

VB- Vagens Baixas - < 10 cm

#### 3 Ângulo de inserção das ramificações primárias

RMF- Ramificações muito fechadas - < 10 graus

RF- Ramificações fechadas - 10 a 30 graus

RI- Ramificações intermediárias - 31 a 50 graus

RA- Ramificações abertas - 51 a 70 graus

RMA- Ramificações muito abertas - 71 a 90 graus

Com base na avaliação desses três parâmetros, a nota de arquitetura é definida da seguinte forma:

- 1- GC, VA, RMF
- 2- GC, VA, RF
- 3- GC, VI, RF
- 4- GC, VI, RI
- 5- GC, VB, RI ou GI, VI, RA
- 6- GI, VB, RA
- 7- GI, VB, RMA
- 8- GL, VB, RMA
- 9- Trepador

As outras combinações possíveis entre esses três parâmetros ainda não foram identificadas dentro do germoplasma de feijoeiro comum, mas se ocorreram em alguma avaliação devem ter a nota definida pela maior proximidade com uma das nove classificações aqui definidas.

## Avaliação de Doenças

Em geral, na avaliação de doenças, há uma tendência de se registrarem somente a sua ocorrência, anotando-se apenas a sua presença ou ausência, sem nenhuma informação de sua severidade. Em muitos casos, o avaliador, por inexperiência ou desconhecimento de como realizar as avaliações, utiliza termos como “alta incidência”, “baixa incidência”, “ligeiro ataque”, “ataque moderado”, “ataque severo”, etc. Essas avaliações não apresentam valor algum uma vez que esses termos são relativos, variando de um avaliador a outro.

Os objetivos da avaliação das doenças de plantas são os seguintes:

- a) Determinar a intensidade de infecção das culturas e desenvolver uma curva do progresso da doença para estudo da sua evolução em tempo e espaço;
- b) Direcionar os programas de melhoramento (pesquisa) para os problemas de real importância econômica e permitir a avaliação da resistência de cultivares a patógenos;
- c) Transformar a quantidade de doença em perdas, expressa como porcentagem da colheita potencial livre de doença;
- d) Interpretar os efeitos das perdas na economia (determinação das perdas no rendimento dos grãos (nível de dano econômico)).

Entende-se por “intensidade de doença” a quantidade de doença avaliada pelos sintomas e sinais presentes em uma planta, parcela, cultura ou região geográfica, sem referência ao dano ou perdas ocasionadas.

Os métodos empregados para determinar a “quantidade” ou “intensidade” das doenças variam conforme o patógeno, o hospedeiro e a finalidade da avaliação. Assim, para avaliar a “intensidade de doença”, podem-se utilizar tanto o parâmetro “incidência de doença” que é definido como o número ou porcentagem de plantas ou órgãos doentes, quanto o parâmetro “severidade de doença”, definido como a área do tecido da planta afetada pela doença expressa, em relação à porcentagem da área total. É o parâmetro mais utilizado para a quantificação de doenças porque expressa o dano real causado pelos patógenos. Podem-se utilizar as escalas descritivas e/ou as escalas diagramáticas.

## Escalas descritivas

### **Antracnose**

- 1- Ausência de sintomas.
- 2- Até 1% das nervuras apresentando manchas necróticas, perceptíveis somente na **parte inferior** (abaxial) da folha.
- 3- Maior frequência dos sintomas foliares descritos anteriormente, até 3% das nervuras afetadas.
- 4- Até 1% das nervuras apresentando manchas necróticas, perceptíveis em **ambas** as faces das folhas.
- 5- Maior frequência dos sintomas foliares descritos anteriormente, até 3% das nervuras afetadas.
- 6- Manchas necróticas nas nervuras, perceptíveis em ambas as faces das folhas, presença de algumas lesões nos caules, ramos e pecíolos.
- 7- Manchas necróticas na maioria das nervuras e em grande parte do tecido do mesófilo adjacente. Presença de abundantes lesões nos caules, ramos e pecíolos.
- 8- Manchas necróticas na quase totalidade das nervuras, ocasionando ruptura, desfolhação e redução do crescimento das plantas. Lesões muito abundantes nos caules, ramos e pecíolos.
- 9- Maioria das plantas mortas.

### ***Mancha angular, Ferrugem, Crestamento bacteriano comum, Murcha de curtobacterium, Vírus do mosaico comum e Vírus do mosaico dourado***

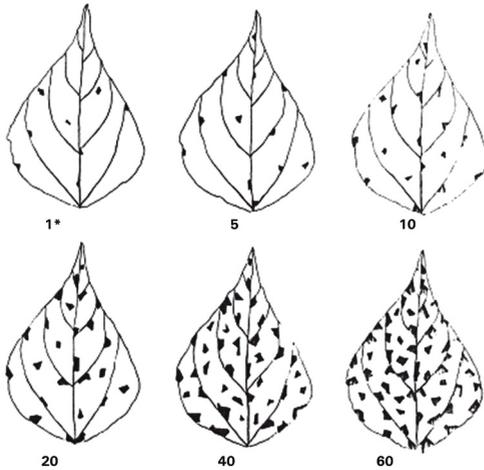
<b>Grau (nota)</b>	<b>% de infecção em folhas/ % de plantas infectadas</b>
1	0
2	1
3	5
4	10
5	20
6	40
7	60
8	80
9	100

\* Grau correspondente à porcentagem de infecção em folhas e à porcentagem de órgãos/planta infectados.

A avaliação de doenças utilizando as notas de 1 a 9, que correspondem à % de área foliar com sintomas (0 a 100%), deve ser utilizada em conjunto com as escalas diagramáticas ilustradas abaixo. Embora elas possuam apenas 6 classes de % de área foliar com sintomas, sua utilização permite identificar a % das classes intermediárias.

## Escalas diagramáticas

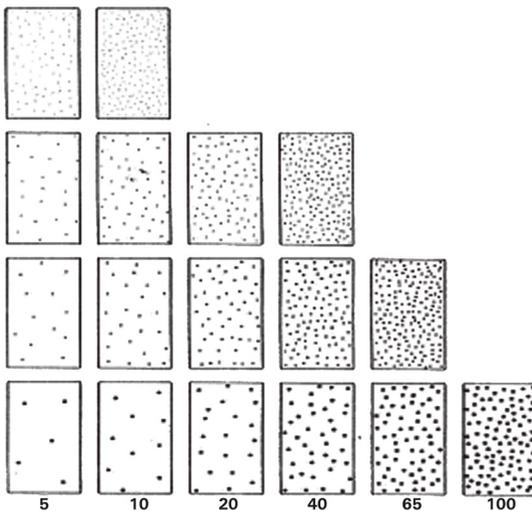
### *Mancha angular*



Escala diagramática para a determinação da severidade da mancha angular do feijoeiro

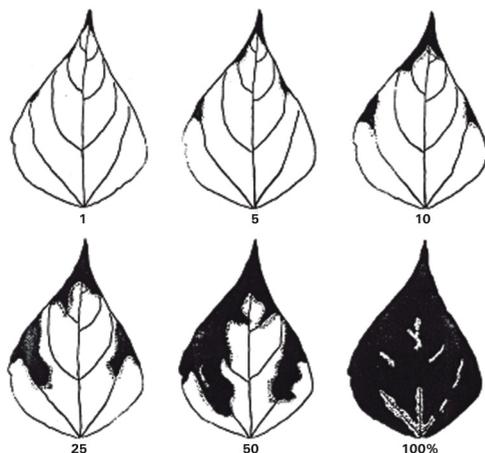
**Obs:** regiões escuras representam a percentagem da área foliar danificada pelo patógeno.

### Ferrugem



**Obs:** pontuações representam a percentagem da área foliar com pústulas causadas pelo patógeno.

## Crestamento bacteriano comum



**Obs:** regiões escuras representam a percentagem da área foliar danificada pelo patógeno.

## Exemplo de Planilha Experimental de VCU de Feijoeiro Comum

Código do experimento: F09VCP100

Nome do experimento: VCU Preto

Responsável: Helton Santos Pereira

Espécie: Feijão

Projeto: 02.05.2.04.0007 - Embrapa Arroz e Feijão

Instituição: Embrapa Arroz e Feijão

Data de plantio: 10/02/2010

Data de colheita: 22/05/2010

País: Brasil

Estado: GO

Município: Santo Antônio de Goiás

Local: Fazenda Capivara

Tipo de experimento: VCU Nacional

Delineamento: Blocos completamente casualizados ( $t = 14, r = 3$ )

Área útil colhida:

<i>par</i>	<i>rep</i>	<i>bl</i>	<i>trat</i>	<i>ntrat</i>	<i>ACA</i>	<i>par</i>
101	1	1	4	BRS 7762 SUPREMO		101
102	1	1	3	IPR UIRAPURU		102
103	1	1	2	BRS CAMPEIRO		103
104	1	1	10	CNFP 11984		104
105	1	1	6	CNFP 11976		105
106	1	1	7	CNFP 11978		106

<i>par</i>	<i>rep</i>	<i>bl</i>	<i>trat</i>	<i>ntrat</i>	<i>ACA</i>	<i>par</i>
107	1	1	13	CNFP 11994		107
108	1	1	11	CNFP 11985		108
109	1	1	1	BRS ESPLENDOR		109
110	1	1	14	CNFP 11995		110
111	1	1	5	CNFP 11973		111
112	1	1	12	CNFP 11991		112
113	1	1	9	CNFP 11983		113
114	1	1	8	CNFP 11979		114
201	2	2	3	IPR UIRAPURU		201
202	2	2	12	CNFP 11991		202
203	2	2	4	BRS 7762 SUPREMO		203
204	2	2	11	CNFP 11985		204
205	2	2	6	CNFP 11976		205
206	2	2	8	CNFP 11979		206
207	2	2	9	CNFP 11983		207
208	2	2	5	CNFP 11973		208
209	2	2	1	BRS ESPLENDOR		209
210	2	2	10	CNFP 11984		210
211	2	2	13	CNFP 11994		211
212	2	2	2	BRS CAMPEIRO		212
213	2	2	14	CNFP 11995		213
214	2	2	7	CNFP 11978		214
301	3	3	8	CNFP 11979		301
302	3	3	11	CNFP 11985		302
303	3	3	4	BRS 7762 SUPREMO		303
304	3	3	7	CNFP 11978		304
305	3	3	12	CNFP 11991		305
306	3	3	5	CNFP 11973		306
307	3	3	13	CNFP 11994		307
308	3	3	6	CNFP 11976		308
309	3	3	10	CNFP 11984		309
310	3	3	3	IPR UIRAPURU		310
311	3	3	2	BRS CAMPEIRO		311
312	3	3	9	CNFP 11983		312
313	3	3	1	BRS ESPLENDOR		313