

## ESTATÍSTICAS NÃO PARAMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE 32 VARIEDADES DE ALGODÃO AO COMPLEXO FUSARIUM

Pedro Nessi Snizek Júnior<sup>1</sup>

### RESUMO

O algodoeiro pode ser afetado por várias doenças que, dependendo da intensidade, podem causar grandes perdas na produtividade. Atualmente são reconhecidos cerca de 250 microorganismos capazes de causar doenças no algodoeiro, dentre os quais 90% são fungos de importância econômica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de 32 linhagens do algodoeiro, com relação ao complexo fosário-nematóide; nas condições da região Sudoeste de Mato Grosso. Esta avaliação foi feita através de estatísticas paramétricas e não paramétricas com a intenção de comparar os resultados obtidos pelas duas técnicas, considerando que a variável estudada (escore de fusarium) normalmente não apresenta distribuição normal nem homogeneidade de variâncias. As estatísticas paramétricas para o estudo realizado podem ser consideradas robustas e com resultados bastante semelhantes às estatísticas não paramétricas, mesmo que o princípio básico da normalidade tenha sido violado.

Palavras-Chave: Algodão. Fusarium. Estatísticas Não-Paramétricas.

### ABSTRACT

The cotton shrub can be affected by several diseases that, depending on the intensity, can cause great losses in productivity. About 250 microorganisms capable of causing diseases in cotton are currently recognized, of which 90% are fungi of economic importance. The objective of this work was to evaluate the resistance of 32 strains of cotton, regarding the nematode-phosphatic complex on the state of Mato Grosso's Southwest region conditions. This evaluation was done through parametric and nonparametric statistics with the intention of comparing the results obtained by the two techniques, considering that the studied variable (fusarium score) normally does not present normal distribution nor homogeneity of variances. The parametric statistics for the study performed can be considered robust and with results quite similar to non-parametric statistics, even if the basic principle of normality has been violated.

Keywords: Cotton. Fusarium. Non-Parametric Statistics.

---

<sup>1</sup> Gerente de Planejamento e Supervisão IBGE/MT e Professor da UNIVAG – Centro Univeristário  
\*Parte da monografia apresentada ao curso de especialização em Matemática e Estatística/UFLA

## 1 - Introdução

O algodoeiro (*Gossypium Hirsutum*) é uma planta herbácea originária das Américas, pertencente à ordem malvales, família das malváceas e gênero *Gossypium*. É uma cultura de grande importância econômica para a produção de fibra e alimentação animal (Beltrão, 2004).

O Brasil coloca-se no mercado global do algodão como: 5º produtor, 3º exportador e 7º consumidor mundial (DEPEC, 2016).

A OCDE - FAO (2015) projeta que entre os anos de 2015 a 2024, o progresso tecnológico contínuo do Brasil e a base abundante de terra e outros benefícios naturais devem permitir que a produção de algodão cresça a uma taxa mais rápida do que a produção de outros países produtores como: China, Estados Unidos e Paquistão. Durante os 10 anos da projeção a produção brasileira deve crescer a uma taxa média anual de 4,6%.

A cultura do Algodoeiro tem grande importância para o estado de Mato Grosso. No ano de 2016 foram plantados no estado 606.025ha, com uma produção total de 2.220.555 toneladas de algodão em caroço segundo o IBGE. O estado destaca-se como maior produtor nacional da cultura, com 65,8% da produção total.

A principal região produtora de Algodão em Mato Grosso é o Noroeste do estado, principalmente o município de Sapezal. Também se destacam os municípios de Campo Verde e Primavera do Leste na região sul do estado.

O algodoeiro pode ser afetado por várias doenças que, dependendo da intensidade, podem causar grandes perdas na produtividade. Atualmente são reconhecidos cerca de 250 microorganismos capazes de causar doenças no algodoeiro, dentre os quais 90% são fungos de importância econômica (Cia e Fussato, 2001).

A murcha de fusário, também conhecida como fusariose, tem como agente etiológico, o fungo *fusarium oxysporum*, que varia em patogenicidade dependendo da cultivar em uso (Suassuna e Coutinho, 2007).

A infecção inicial da fusariose ocorre quando o patógeno penetra nas raízes secundárias e coloniza os vasos do xilema. O diagnóstico da doença é realizado através do sintoma, mais característico, que pode ser observado em cortes transversais do caule ou da raiz, os quais

apresentam um escurecimento dos feixes vasculares. A murcha de fusário é agravada pela presença de nematóides dos gêneros: *Meloidogyne*, *Pratylenchus* e *Rotylenchulus*; que aumentam a severidade em função de causarem debilitação da planta e provocarem ferimentos nas raízes, facilitando a penetração do patógeno no sistema radicular (Chitarra, 2008).

É de fundamental importância que as novas variedades que serão disponibilizadas comercialmente, tenham resistência ao complexo fusário-nematóide.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de 32 linhagens do algodoeiro em relação ao complexo fusário-nematóide; nas condições da região Sudoeste de Mato Grosso.

Esta avaliação foi feita através de estatísticas paramétricas e não paramétricas com a intenção de comparar os resultados obtidos pelas duas técnicas, considerando que a variável estudada (score de fusarium) normalmente não apresenta distribuição normal nem homogeneidade de variâncias (homocedasticidade).

## **2. Materiais e Métodos**

O experimento em casa de vegetação foi conduzido na Estação experimental do Instituto Matogrossense do Algodão IMA/EMBRAPA, localizado no km 269 da BR 070, no município de Primavera do Leste – MT. No local foi desenvolvido o macro programa 3, para avaliar o comportamento de 32 materiais do algodoeiro, ao complexo fusário-nematóide em condições de casa de vegetação.

Foram semeadas os 32 materiais em vasos de 10 litros, contendo o substrato: solo, areia, adubo, palha de arroz, esterco bovino e calcário na proporção 2:1:1:1:1:1. Em cada vaso foram semeados 6 sementes de cada linhagem, na profundidade de 2cm. A germinação ocorreu 5 dias após plantio. O desbaste ocorreu 10 dias pós-plantio, permanecendo 4 plantas por parcela.

A umidade relativa do ar foi mantida acima de 70%. Nos dias mais quentes, a casa de vegetação foi umidificada através de circuladores e umidificadores de ar. O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento.

A inoculação do nematóide *M. Incognita* ocorreu 10 dias após o início do experimento.

Foram feitos dois orifícios no solo, ao redor de cada planta do vaso. O solo foi inoculado com aproximadamente 2000 juvenis de segundo estágio de *M. Incognita*. A Constatação da infectividade foi realizada 25 dias após a inoculação.

A inoculação de *Fusarium Oxysporum* ocorreu 17 após o início do experimento, onde se realizou o mesmo procedimento de inoculação do nematóide. A confirmação da infecção foi feita através de avaliação sintomatológica visual, 20 dias após a inoculação do fungo.

A avaliação das plantas infectadas com o fungo aconteceu 65 após inoculação, através de um corte no bisel da haste de todas as plantas, observando-se a presença de sintomas na parte interna do caule. De acordo com o tamanho da lesão e coloração (chocolate) observada na haste cortada, se atribui notas que variaram de 1 a 5 segundo Galbieri et al. (2009).

Os dados de escore de *Fusarium* foram transformados para Raiz de  $(x+1)$ , para aproximação da distribuição normal.

Após a transformação utilizou-se os testes Shapiro Wilk e Kolmogorov Smirnov para verificação da normalidade dos dados.

Utilizou-se o teste de Levene para verificação da homogeneidade das variâncias (homocedasticidade).

As análises estatísticas paramétricas utilizadas foram a análise de variância e o teste de comparação de médias Tukey a 5%. As análises estatísticas não paramétricas utilizadas foram o teste de Kruskal Wallis, considerado como análise de variância de dados não paramétricos (Zimmermann, 2004).

Segundo Gomes (2000) o teste não paramétrico de Kruskal Wallis para mais de 3 tratamentos e mais de mais de 4 repetições por tratamento; corresponde exatamente ao teste de comparação de médias de Bonferroni. Sendo então este o teste de comparação de médias realizado para a análise não paramétrica.

Foram consideradas 4 repetições por tratamento. Cada uma constituída por quatro vasos. Todas as análises foram realizadas no programa SAS (1989).

### **3. Resultados e Discussão**

O teste de Kolmogorov Smirnov ( $p < 0,01$ ) e Shapiro Wilk ( $p < 0,0001$ ) demonstram que os dados da variável escore de fusarium, mesmo transformados não apresentam distribuição normal.

Observou-se a não significância do teste de Levene para a variável escore de fusarium ( $p < 0,1525$ ). Isto demonstra que a variável estudada, depois da transformação, apresentou homogeneidade de variâncias (homocedasticidade).

Considerando que um dos pré-requisitos da análise de variância, a normalidade, não foi atendida. Faz-se necessário o uso de análises estatísticas não paramétricas para avaliação dos dados (Banzatto e Kronka, 2006; Zimmermann, 2004; Gomes, 2000; Gomez e Gomez, 1984; Gomes, 1984; Gomes e Garcia, 2002; Sampaio, 2002), já que segundo Triola (2005) estas técnicas estatísticas não necessitam de pré-requisitos para serem utilizadas.

Para classificação dos tratamentos utilizou-se o teste não paramétrico de comparação de médias Kruskal Wallis a 5%, e observa-se nos dados da tabela 1, que com exceção as linhagens 30 e 20, todas as outras devem ser consideradas estatisticamente iguais ( $p > 0,05$ ), em relação ao escore de fusarium. As duas variedades podem ser consideradas menos resistentes a infecção de fusarium segundo o teste de comparação de médias e o nível de significância utilizado.

As linhagens com os menores escores são consideradas as mais resistentes a infecção de fusarium. Isto ocorre, pois as plantas com menores valores observados, provavelmente apresentam maior resistência à infecção por este patógeno.

Para fins de comparação, mesmo considerando que as estatísticas paramétricas não são apropriadas para esta situação devido ao não atendimento de uma das pré-suposições básicas, que foi a falta de normalidade da variável em estudo, realizou-se o teste de Tukey a 5% .

Observa-se através deste teste, com exceção as linhagens 30,20 e 31, que todas as outras devem ser consideradas estatisticamente iguais ( $p > 0,05$ ), em relação ao escore de fusarium. As três variedades podem ser consideradas menos resistentes a infecção de fusarium segundo o teste de comparação de médias e o nível de significância utilizado.

Comparando o teste de Tukey e Kruskal Wallis, observa-se pouca diferença entre os resultados obtidos, o que possibilita a avaliação de que as estatísticas paramétricas podem ser consideradas para este tipo de estudo robustas, mesmo que o princípio básico da normalidade tenha sido violado.

Os resultados obtidos são válidos para as condições da região sudoeste do estado de Mato Grosso. Mais precisamente para os municípios de Campo Verde e Primavera do Leste.

Tabela 1 – Resultados obtidos com os testes de comparação de médias Tukey a 5% e Kruskal Wallis a 5%.

Variedades	Teste de Tukey a 5%	Teste de Kruskal Wallis a 5%
30	2,93a*	2,93a**
20	2,79ab	2,79ab
31	2,61abc	2,61abc
19	2,40abcd	2,40abc
25	2,31 abcd	2,31 abc
29	2,31 abcd	2,31 abc
14	2,28 abcd	2,28 abc
3	2,25 abcd	2,25 abc
15	2,20 abcd	2,20 abc
22	2,16 abcd	2,16 abc
12	2,08 abcd	2,08 abc
4	2,08 abcd	2,08 abc
17	2,06 abcd	2,06 abc
28	2,06 abcd	2,06 abc
24	2,01 abcd	2,01 abc
5	1,98 abcd	1,98 abc
10	1,88 abcd	1,88 abc
72	1,97 abcd	1,97 abc
1	1,93 abcd	1,93 abc
23	1,87 abcd	1,87 abc
27	1,86 abcd	1,86 abc

8	1,86 abcd	1,86 abc
18	1,83 abcd	1,83 abc
7	1,81 abcd	1,81 abc
6	1,73bcd	1,73 abc
9	1,69bcd	1,69bc
13	1,65bcd	1,65bc
21	1,64bcd	1,64bc
26	1,62bcd	1,62c
16	1,54cd	1,54c
11	1,40d	1,40c
32	1,40d	1,40c

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5%

\*\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si segundo o teste de Kruskal Wallis a 5%

#### 4. Conclusões

Todas as linhagens, com exceção das 30,20 e 31, devem ser consideradas estatisticamente iguais para resitência a fusariose segundo o teste de Tukey a 5%

Todas as linhagens, com exceção das 30 e 20, devem ser consideradas estatisticamente iguais para resitência a fusariose segundo o teste de Kruskal Wallis a 5%

As estatísticas paramétricas para o estudo realizado podem ser consideradas robustas e com resultados bastante semelhantes a estatísticas não paramétricas, mesmo que o princípio básico da normalidade tenha sido violado.

## 5. Referências Bibliográficas

BELTRÃO, M.E.N. **Coleção 500 perguntas 500 respostas Algodão**. Embrapa: Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2004.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

CIA, E.; FUZATTO, M.G. Doenças da cultura do algodoeiro no Brasil. **Anais... I Congresso Internacional do FUNDAÇÃO MATO GROSSO. Agronegócio do Algodão**. Cuiabá, 2001.

CHITARRA, L.G. **Identificação e controle das principais doenças do Algodoeiro (Cartilha 2)**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2008.

DEPEC – DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS. **Algodão Dezembro de 2016**. 2016.

GALBIERI, R. **Reação de cultivares de algodoeiro a Meloidogyne incognita em condições de campo e casa de vegetação no estado de Mato Grosso**. Tropical Plant Pathology, vol. 34, 18-23. 2009.

GOMES, F.P. **A estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária**. Piracicaba: Potafos, 1984.

GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: Fealq. 2000.

GOMES, F.P.; GARCIA, C.H. **Estatística Aplicada e a Experimentos Agronômicos e Florestais: Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: Fealq, 2002.

GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A. **Statistical procedures for agricultural reserch**. Philippines: Library of congress, 1984.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento. Dezembro de 2016.

OCD – FAO. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: Desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. Revista Fao. INDD 1. 2015. Disponível em [www.agri-outlook.org](http://www.agri-outlook.org)

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística Aplicada à Experimentação Animal**. 2ed. – Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002.

SAS/STAT **User's guide**, version 6. 4.ed., Cary, 1989. v.1.

SUASSUNA, N.D.; COUTINHO, W.M.; FERREIRA, A.C. **Manejo da mancha de ramulária em algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão. Comunicado Técnico 272, 2006.

TRIOLA, M.F. **Introdução a Estatística Básica**. Rio de Janeiro:LTC, 2005.

ZIMMERMANN, F.J.P. **Estatística aplicada a pesquisa agrícola**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004.