

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ESTUDOS DA HERANÇA DA RESISTÊNCIA DA SOJA A
Rotylenchulus reniformis

PAULO CÉSAR CARDOSO

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2011

ESTUDOS DA HERANÇA DA RESISTÊNCIA DA SOJA A
Rotylenchulus reniformis

PAULO CÉSAR CARDOSO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. MANOEL CARLOS GONÇALVES

**Tese apresentada à Universidade Federal
da Grande Dourados, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Agronomia – Produção Vegetal, para
obtenção do título de Doutor.**

Dourados
Mato Grosso do Sul
2011

**ESTUDOS DA HERANÇA DA RESISTÊNCIA DA SOJA A *Rotylenchulus*
*reniformis***

por

PAULO CÉSAR CARDOSO

**Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA**

Aprovada em: 28/02/2011

Prof. Dr. Manoel Carlos Gonçalves
Orientador – UFGD / FCA

Dr. Guilherme Lafourcade Asmus
Co-Orientador
Embrapa Agropecuária Oeste

Prof^a. Dr^a. Lílían Maria Arruda Bacchi
UFGD / FCA

Dr. Carlos Lasaro Pereira de Melo
Embrapa Agropecuária Oeste

Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
UFGD / FCA

DEDICATÓRIA

À Deus por estar sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida, aos meus pais Abel Cardoso Filho (*in memorian*) e Darci Pires Cardoso pelo amor, carinho e dedicação aos filhos, aos meus sogros Adelino Perosa (*in memorian*) e Alda Pessotto Perosa pelo apoio concedido, à minha esposa Elisandra Perosa Cardoso pelo amor, apoio, incentivo, paciência e compreensão e às minhas filhas Laísa Perosa Cardoso e Tuane Perosa Cardoso pelas alegrias de todas as horas.

AGRADECIMENTOS

Ao técnico de Laboratório Alex Sandro Vicentin Lima da *Embrapa Agropecuária Oeste* pelo apoio concedido nas diversas fases do trabalho e pela amizade.

Ao pesquisador M.Sc. Geraldo Estevam de Souza Carneiro da *Embrapa Soja* pelo apoio na realização dos cruzamentos, colheitas, organização das gerações e amizade.

Ao pesquisador Dr. Carlos Alberto Arrabal Arias da *Embrapa Soja* pela co-orientação, análise quantitativa dos dados e auxílio na interpretação dos resultados.

Ao pesquisador Dr. Guilherme Lafourcade Asmus pela co-orientação, auxílio na inoculação dos nematoides, condução dos trabalhos da tese, interpretação da resistência da soja ao nematoide reniforme e pela amizade.

Ao Professor Dr. Manoel Carlos Gonçalves pela orientação, ensinamentos e amizade.

Ao Pesquisador Dr. Carlos Lasaro Pereira de Melo por aceitar o convite para fazer parte da banca examinadora e pela amizade.

Ao Professor Dr. Luis Carlos Ferreira de Souza pelos ensinamentos e por aceitar o convite para fazer parte da banca examinadora.

À Professora Dr^a. Lílían Maria Arruda Bacchi pelos ensinamentos e por aceitar o convite para fazer parte da banca examinadora.

Ao Professor PhD Walber Luiz Gavassoni pelos ensinamentos e contribuições.

Aos funcionários da *Embrapa Agropecuária Oeste*, principalmente Gabriel José Carneiro pelo auxílio na condução dos trabalhos.

À *Embrapa Agropecuária Oeste* por ceder a casa de vegetação e o laboratório de nematologia.

À *Embrapa Soja* por ceder as sementes, realizar os cruzamentos e viabilizar espaço em casas de vegetação.

À Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de cursar o doutorado.

Ao mestrando Rafael Heinz pelas contribuições e amizade.

À CAPES/FUNDECT pela concessão de bolsa de estudo.

BIOGRAFIA

Paulo César Cardoso, filho de Abel Cardoso Filho e Darci Pires Cardoso, nasceu em 02 de abril de 1966, na cidade de Paula Cândido, Estado de Minas Gerais.

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG em 1991, mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Pelotas, RS em 2001 e título de Doutor em Agronomia, na área de Produção Vegetal pela Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Dourados, MS em 2011.

Iniciou a atividade profissional em Maracaju, MS na Cooperativa Agropecuária e Industrial Ltda – Cooagri, de 1991 a 2001, atuando na área de produção de sementes de grandes culturas.

Atuou como pesquisador da Fundação de Pesquisa Vegetal Integrada – Fundação Vegetal, empresa parceira da *Embrapa Agropecuária Oeste*, na seleção e lançamento de cultivares de soja no Programa de Melhoramento Genético da Soja da Embrapa em Dourados, MS no período entre 2002 e 2007.

Ingressou na UNIGRAN – Centro Universitário da Grande Dourados como Professor do curso de Agronomia das disciplinas de Melhoramento Vegetal, Biotecnologia e Economia e Administração Rural durante o período de 2009 a 2011.

Foi selecionado como bolsista CNPq DTI-1 – Desenvolvimento Tecnológico e Industrial para atuar em pesquisa em Melhoramento Genético da cana-de-açúcar na RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, por meio da UFGD, para o período entre maio de 2010 e abril de 2013.

Em 2010, foi aprovado em concurso público no IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná para atuar como pesquisador na área de Produção Vegetal/Fitotecnia, em Londrina, PR.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura da soja.....	3
2.2 Doenças da soja.....	3
2.3 Sintomas em plantas parasitadas por <i>R. reniformis</i>	4
2.4 Estratégias de controle do nematoide reniforme.....	4
2.5 Genótipos resistentes e suscetíveis a <i>R. reniformis</i>	4
2.6 Genética quantitativa.....	5
2.7 Mecanismo de defesa de plantas e estudos da resistência da soja a <i>R. reniformis</i>	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Realizações dos cruzamentos.....	8
3.2 Avaliação fenotípica da reação ao nematoide.....	9
3.3 Obtenção do inóculo de <i>R. reniformis</i> em maracujazeiro.....	10
3.4 Inoculação, manejo das plantas e extração dos nematoides.....	11
3.5 Análises genético-estatísticas dos dados.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5 CONCLUSÕES.....	44
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
7 ANEXOS.....	49
8 APÊNDICES.....	50

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

TABELA 1. Graus de liberdade (GL), médias ($\bar{X}$) e variâncias (S^2) conjuntas dos três cruzamentos, para o caráter Nematóide por Grama de Raiz dividido por dez (NGR10), Logarítmo de Nematóide por Grama de Raiz mais um ($\log \text{NGR} + 1$), Fator de Reprodução (FR) e $\log \text{FR} + 1$, das gerações parentais, F_1 , F_2 e $F_{2:3}$	20
TABELA 2. Modelos genéticos de médias (m) e variâncias, qui-quadrado (χ^2), efeito genético e ambiental comum no cruzamento, efeito genético aditivo ([d]), dominância ([h]), epistasia ([i]), graus de liberdade (GL), probabilidade associada ao teste de qui-quadrado (P), efeito de variância genética aditiva (D), variância ambiental aditiva (E), efeito microambiente (E1, E2 e E3), herdabilidade (h^2), ajustados nos caracteres NGR10* e $\log \text{NGR} + 1$ (Nematóide por Grama de Raiz) e FR e $\log \text{FR} + 1$ (Fator de reprodução), avaliados para os três cruzamentos, nas gerações F_2 e $F_{2:3}$	24

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Esquema de cruzamento entre parentais de soja resistente e suscetível a <i>Rotylnchulus reniformis</i> e avanço das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3}	9
FIGURA 2. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.....	26
FIGURA 3. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.....	26
FIGURA 4. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.	27
FIGURA 5. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.....	27
FIGURA 6. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.....	28
FIGURA 7. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter FR – Fator de Reprodução.	28
FIGURA 8. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	29
FIGURA 9. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	29
FIGURA 10. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F ₁ , F ₂ e F _{2:3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	30

FIGURA 11. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.....	30
FIGURA 12. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.....	31
FIGURA 13. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.....	31
FIGURA 14. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.	32
FIGURA 15. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.	32
FIGURA 16. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.	33
FIGURA 17. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.	33
FIGURA 18. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução	34
FIGURA 19. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter FR – Fator de Reprodução	34
FIGURA 20. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	35
FIGURA 21. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	35

FIGURA 22. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	36
FIGURA 23. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.	36
FIGURA 24. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.	37
FIGURA 25. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1	37
FIGURA 26. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.	38
FIGURA 27. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.	38
FIGURA 28. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter NGR – Nematóide por Grama de Raiz.....	39
FIGURA 29. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução	39
FIGURA 30. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.	40
FIGURA 31. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter FR – Fator de Reprodução.	40
FIGURA 32. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	41
FIGURA 33. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.....	41

- FIGURA 34. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogNGR+1 – Nematóide por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1. 42
- FIGURA 35. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1. 42
- FIGURA 36. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1. 43
- FIGURA 37. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1 43

ESTUDOS DA HERANÇA DA RESISTÊNCIA DA SOJA A *Rotylenchulus reniformis*

Autor: Dr. Paulo César Cardoso
Orientador: Dr. Manoel Carlos Gonçalves

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a herança da resistência da soja ao nematoide *Rotylenchulus reniformis*. O estudo foi conduzido em casa de vegetação na *Embrapa Soja*, Londrina, PR, entre novembro de 2005 e setembro de 2007, onde foram efetuados os cruzamentos e avanços de gerações até $F_{2:3}$ e também em casa de vegetação na *Embrapa Agropecuária Oeste*, em Dourados, MS, no período entre novembro de 2007 e maio de 2008, onde foi realizada a avaliação fenotípica da reação das plantas ao nematoide. Foram estudados os parentais resistentes Custer e Forrest e o suscetível BR96-25619 nas gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$, dos cruzamentos Custer x BR96-25619, Forrest x BR96-25619 e Custer x Forrest, sendo 900 indivíduos para cada cruzamento, totalizando 2700 indivíduos na avaliação fenotípica da resistência. Foram semeadas três sementes de soja em cada vaso de polietileno, com capacidade para 500 mL, contendo a mistura 1:1 (v/v) de solo e areia lavada, previamente desinfestada com brometo de metila na dose de 150 mL m^{-3} . Para o controle da qualidade da inoculação em cada cruzamento, utilizou-se a cultivar de soja suscetível BRS 239. Cada plântula foi inoculada com 5 mL de uma suspensão aquosa contendo 1000 ovos e juvenis de uma população de *R. reniformis*. Após 70 dias da inoculação, os nematoides foram extraídos das raízes e estimados os fatores de reprodução e os números de nematoides por grama de raiz. A partir dos valores das médias e variâncias das diferentes gerações, foram ajustados modelos genéticos com o auxílio do programa computacional GENFIT. Há predominância dos efeitos genéticos aditivos [d] para a reação de resistência ao nematoide reniforme. Maiores ganhos genéticos são esperados no cruzamento Custer x BR96-25619 que apresentou herdabilidade em torno de 40%, em detrimento aos outros dois cruzamentos estudados. Os efeitos genéticos de dominância [h] estão presentes na determinação do caráter e sempre no sentido de aumento da média que corresponde à suscetibilidade. A interação entre genes não alélicos, epistasia [i], indica a existência de pelo menos dois genes controlando o caráter para a resistência e que os mesmos estão interagindo. A distribuição normal contínua das frequências do número de indivíduos em diversas classes de resistência, nos dois caracteres avaliados, demonstram que a resistência ao nematoide reniforme tem herança quantitativa.

Palavras-chave: genética quantitativa, *Glycine max*, inoculação, nematoide reniforme, parâmetros genéticos

STUDY OF INHERITANCE OF SOYBEAN RESISTANCE TO *Rotylenchulus reniformis*

Author: PhD Paulo César Cardoso

Adviser: PhD Manoel Carlos Gonçalves

ABSTRACT

The objective was to study the inheritance of soybean resistance to nematode *Rotylenchulus reniformis*. The study was conducted in a greenhouse at *Embrapa Soja*, Londrina, PR, between November 2005 and September 2007, where the crosses were made and advanced generation to $F_{2:3}$ and also at home a greenhouse at Embrapa Western Agriculture in Dourados, MS, November 2007 to May 2008 where there was the phenotypic evaluation of plants reaction with the nematode. Were studied three populations of resistant parents Custer and Forrest and susceptible BR96-25619 in the generations F_1 , F_2 and $F_{2:3}$, of crosses CBR (Custer x BR96-25619), FBR (Forrest x BR96-25619) and CF (Custer x Forrest), with 900 individuals each, with a total of 2700 individuals to resistant phenotypic evaluation. Three were sown soybean seeds in each pot of polyethylene with a capacity of 500 mL, containing a 1:1 (v / v) of soil and sand, previously disinfected with methyl bromide at a dose of 150 mL m^{-3} . To control the quality of inoculation at each crossing, we used the susceptible cultivar BRS 239. Each seedling was inoculated with 5 mL of an aqueous suspension containing 1000 eggs and juveniles of a population of *R. reniformis*. After 70 days after inoculation, the nematodes were extracted from the roots and estimated reproduction factors and numbers of nematodes per gram of root. From the values of means and variances of different generations, genetic models were fitted and variances with the aid of a computer program GENFIT. There is additive genetic effects predominant (the presence of [d]). Larger genetic gains are expected at the crossing CBR showed heritability of around 40%, detriment to the other two crosses studied. The effects of genetic dominance [h] indicates the occurrence of directional dominance for increased average of the character that corresponds to the susceptibility. The interactions between genes do not allelic or epistasis [i] indicates the existence of at least two genes controlling the character and they are interacting. The normal distribution of continuous frequencies in the number of individuals indicates that the resistance of soybeans to reniform nematodes have quantitative inheritance.

Key-word: quantitative genetic, inoculation, *Glycine max*, reniform nematode, genetic parameters.

1 INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético da soja contribuem para o aumento da produção agrícola por meio da seleção de cultivares mais adaptadas aos diversos ambientes de cultivo. O melhoramento para resistência a pragas e doenças, correção da arquitetura da planta ou introgressão de genes de interesse em cultivares ou linhagens elites não é de fácil monitoramento, podendo demorar alguns anos para ser desenvolvido.

Entre os diversos atributos visados no melhoramento da soja está a resistência às doenças, destacando-se aquelas causadas por nematoides fitoparasitos. Os fitonematoides constituem-se em um dos principais problemas para a cultura, causando perdas estimadas em 10,6 % na produção mundial dessa oleaginosa (BARKER, 1998). No Brasil, as espécies de nematoides mais frequentemente associadas a danos na cultura da soja são *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, *Heterodera glycines*, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis* e *Tubixaba tuxaua* (SILVA, 1998).

O nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, 1940) é um importante fitoparasito de diversas plantas cultivadas, sendo encontrado, principalmente, em regiões tropicais e subtropicais e tem sido relatado em mais de 38 países (HEALD; THAMES, 1982). No sul dos Estados Unidos, o nematoide tem sido considerado um dos maiores problemas na soja sendo o uso de cultivares resistentes o método mais efetivo de controle (HA et al., 2007). No Brasil, além da soja, o nematoide reniforme foi relatado parasitando diversas culturas como tomateiro, citros, maracujazeiro, abacaxizeiro, algodoeiro, entre outras (LORDELLO, 1981), pois se trata de nematoide polífago, podendo causar sérios danos econômicos às atividades agrícolas (ROBINSON et al., 1997).

Especificamente na cultura da soja, foram relatadas perdas de até 32% causada por *R. reniformis* e sua ocorrência frequente tem se constituído em motivo de preocupação, especialmente no Estado de Mato Grosso do Sul (MS) onde, desde a safra 2001/02, o nematoide, até então considerado de interesse secundário, tem-se destacado como um dos mais importantes problemas fitossanitários (ASMUS et al., 2003; ASMUS, 2005).

Não existem trabalhos sobre o controle genético da resistência da soja ao nematoide reniforme realizado no Brasil. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar a herança da resistência da soja ao nematoide *Rotylenchulus reniformis*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja é originária da China e pertence a família Fabaceae, gênero *Glycine* e à espécie *Glycine max* (L.) Merrill. Os países com maior produção do grão são os Estados Unidos, o Brasil e a Argentina. A sojicultura brasileira apresenta números expressivos que traduzem a grande importância econômica e social que a atividade gera para a economia do país. O Brasil consolida-se como o segundo maior produtor mundial, com área plantada de 23,5 milhões de hectares na safra 2009/10 e produção de 68,7 milhões de toneladas nessa safra, caracterizada por clima favorável na maioria das regiões produtoras dessa oleaginosa. No Estado de MS a produção de soja foi de 5,3 milhões de toneladas numa área de 1,7 milhão de hectares na safra 2009/10 (CONAB, 2011).

2.2 Doenças da soja

As doenças que afetam a soja são causadas por fungos, nematoides, vírus e bactérias e têm causado limitação na produtividade em todas as regiões onde a leguminosa é semeada. Cerca de 50 doenças foram observadas em soja no Brasil. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano, de região para região, em função de cultivares predominantes, da data de semeadura, das práticas agrônômicas adotadas e das condições climáticas de cada safra. Com o aumento da intensidade das doenças aumentam também as perdas na produção da soja brasileira (YORINORI, 2000, 2002). As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (TECNOLOGIAS..., 2010).

Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. Entretanto, no Brasil, os nematoides mais prejudiciais à cultura têm sido os formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.), o de cisto (*Heterodera glycines*), o das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) (DIAS et al., 2010). O nematoide reniforme pode causar perda na produtividade da soja de até 32% (ASMUS et al., 2003; ASMUS, 2005).

2.3 Sintomas em plantas parasitadas por *R. reniformis*

Os sintomas em plantas de soja parasitadas pelo nematoide reniforme caracterizam-se por grande desuniformidade no porte, podendo facilmente ser confundidos com problemas nutricionais ou de compactação do solo. As associações da ocorrência desse nematoide com áreas de solos com boa fertilidade e textura argilosa podem contribuir para que os mesmos sejam menosprezados, devido ausência de sintomas aparentes nas raízes da soja (ASMUS, 2005).

Estima-se que o nematoide reniforme ocorra em altas densidades populacionais em municípios que respondem por 29% da área cultivada com soja no Estado de Mato Grosso do Sul. Diferentemente das demais espécies que ocorrem na soja, o nematóide reniforme não parece ter sua ocorrência limitada pela textura do solo, ocorrendo tanto em solos arenosos quanto em argilosos. Nestes últimos, normalmente é a espécie predominante (TECNOLOGIAS..., 2010).

2.4 Estratégias de controle do nematoide reniforme

Dentre as opções de manejo do nematoide reniforme, o uso de cultivares resistentes e/ou tolerantes tem-se mostrado promissor (ASMUS, 2008). A rotação anual ou bianual com milho, capim-braquiária ou soja resistente, constitui-se também em importante estratégia de manejo de áreas infestadas, permitindo a redução da densidade populacional do nematoide no solo e o aumento da produtividade (ASMUS e RICHETTI, 2010). A patogenicidade desse nematoide ao algodoeiro, ao qual é muito danoso, limita os programas de rotação de culturas. As culturas de milho, arroz, amendoim e braquiária são resistentes ao nematoide reniforme e podem ser utilizadas em rotação com a soja ou o algodão (DIAS et al., 2010). Trabalhos de avaliação de germoplasma de soja, quanto a resistência ao *R. reniformis*, exigem que se conheça a herança da resistência ao nematoide.

2.5 Genótipos resistentes e suscetíveis a *R. reniformis*

Fontes de resistência ao nematoide reniforme são conhecidas no germoplasma de soja (ROBBINS et al., 2002). Como padrões de resistência ao

nematoide reniforme, destacam as cultivares norte-americanas Forrest e Custer (ASMUS, 2008). Em avaliações de algumas cultivares comerciais de soja indicadas para o Mato Grosso do Sul, Asmus e Schirmann (2004) verificaram que M-SOY 8001 e CD 201 foram as mais resistentes ao *R. reniformis*.

Em estudo para avaliação da reação de genótipos de soja ao nematoide reniforme em cultivares adaptadas às regiões Norte de MS, Sul de MT e Triângulo Mineiro e de linhagens promissoras dos programas de melhoramento de soja da Embrapa, foram utilizados os padrões de resistência Custer e suscetível BR 96-25619. Foram consideradas resistentes ao nematoide reniforme as cultivares BRS Jiripoca, BRS Invernada, BRSMG 250 Nobreza, BRS ValiosaRR, M-Soy 8336RR, TMG 113RR, TMG 115RR e TMG 121RR e a linhagem MGBR01-5849 (ASMUS, 2008).

As fontes de resistência a *R. reniformis* são: Peking, Custer, Forrest, Sharkey, Lamar, Pickett, Gordon, Stonewall, Thomas, Foster, Kirby, Padre, PI 90763, Cordell, PI 437654 e Hartwig. No entanto, trinta e cinco cultivares de soja resistente ao nematoide de cisto da soja - NCS, liberadas no Brasil, têm grande chance de também serem resistentes ao nematóide reniforme. As cultivares resistentes ao NCS e recomendadas para a safra 2010/11 são: BRS 262, BRS 263 Diferente, BRS 295RR, BRS 8460RR, BRS Invernada, BRS Jiripoca, BRSGO 7360, BRSGO 7561RR, BRSGO 8661RR, BRSGO 8860RR, BRSGO Araçu, BRSGO Chapadões, BRSGO Edéia, BRS Iara, BRSGO Ipameri, BRSGO Raíssa, BRSMG 810C, BRSMG 811CRR, BRSMT Pintado, CD 217, FMT Tabarana, FMT Tucunaré, Foster (IAC), M-Soy 8001, M-Soy 8200, M-Soy 8757, NK 7059RR, NK 7074RR, NK 412113, P98N82, TMG 113RR, TMG 115RR, TMG 117RR, TMG 121RR e V-MAX. Portanto, avaliações devem ser realizadas em cultivares de soja resistente ao NCS, em casa de vegetação, para comprovação da resistência ao nematoide reniforme (TECNOLOGIAS..., 2010).

2.6 Genética quantitativa

A genética quantitativa é a parte da genética que estuda os caracteres quantitativos, enfatizando sua herança e os componentes de sua variação. Caracteres quantitativos são, em geral, controlados por vários genes e muito influenciados pelo ambiente, exibindo, dessa forma, variações contínuas (às vezes descontínuas); os caracteres qualitativos são de herança monogênica (condicionados por um ou poucos genes) e têm pouca ou nenhuma influência do ambiente (FALCONER; MACKAY,

1996). Se o efeito do ambiente pode tanto aumentar quanto diminuir a manifestação fenotípica de um caráter, a média de um conjunto de indivíduos será uma medida mais confiável, pois os efeitos do ambiente tendem a se cancelar. Assim, as características quantitativas são estudadas em nível de população. Variância é outra medida usada para definir uma população no estudo da herança de caracteres quantitativos onde se avaliam quais frações da média e da variância são herdáveis. Outra medida é a herdabilidade, que mede a proporção da variação fenotípica na população atribuída à causa genética. Assim, uma das finalidades da genética quantitativa é a de apresentar métodos que permitam obter, dos valores fenotípicos mensuráveis, a parte devida aos efeitos genotípicos, ou seja, efeitos isolados da influência ambiental (CRUZ, 2010).

2.7 Mecanismo de defesa de plantas e estudos da resistência da soja a *R. reniformis*

Em relação aos mecanismos de resistência das plantas ao nematoide reniforme, as fêmeas vermiformes aparecem dentro das raízes igualmente em plantas suscetíveis e resistentes. Entretanto a resistência aparece dependendo da resposta da planta após a infecção do tecido. Em estudo de microscopia eletrônica de transmissão quando da infecção da soja pelo *R. reniformis*, Rebois et al. (1975) revelaram que o desenvolvimento de sincício (sítio de alimentação do nematoide) em plantas suscetíveis acontecem por meio de duas fases: (i) uma fase inicial envolvendo a lise de parte da célula da parede e separação; e (ii) uma fase anabólica caracterizada pela proliferação de organelas e depósito da parede secundária. Em plantas resistentes, os mesmos autores descreveram que a fase inicial é acelerada, resultando em lise das células. Também em plantas resistentes de algodão (*G. hirsutum* e *G. arboreum*) houve uma resposta similar, ou seja, uma fase inicial acelerada, seguida pela necrose da célula da parede e separação, ocorrendo o desprendimento do nematoide (CASTER, 1981). Foram encontradas reações de planta incompatível (resistente ao *R. reniformis*) incluindo lignificação de células adjacentes à porção anterior do nematoide, ou o colapso completo e a necrose das células envolvidas. A lignificação das células na área de penetração do nematoide indica que foi estabelecida a barreira física para o nematoide. Colapso e necrose da célula na área onde um sítio de alimentação estaria sendo formado sugere que a planta foi submetida à reação de hipersensibilidade que rejeita a fêmea do nematoide no sítio de alimentação na planta (AGUDELO et al., 2005).

Em diversos trabalhos da literatura internacional as cultivares derivadas de parentais com resistência ao nematoide de cisto, exceto a PI 88788, são resistentes ao nematoide reniforme (ROBBINS; RAKES, 1996). Na década de 80, foi proposto que a resistência de soja a *R. reniformis* devia ser quantitativa e controlada por dois pares de genes de efeitos desiguais (HARVILLE et al., 1985), ou recessiva e controlada por alelos em um locus, havendo a possibilidade de efeito de um ou mais genes menores, o que justificaria algumas reações intermediárias (WILLIAMS et al., 1981).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Realizações dos cruzamentos

No período entre novembro de 2005 e setembro de 2007 foi realizada a semeadura e os cruzamentos entre padrões resistentes (R) e suscetíveis (S) ao nematoide reniforme, bem como os avanços das gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$, colheita e limpeza das sementes de soja, em casa de vegetação, na *Embrapa Soja*, Município de Londrina, Estado do Paraná, latitude: 23° 11' 28'' S, longitude: 51° 10' 41'' W e 624 m de altitude. Para isso, foram utilizados os genótipos de soja resistentes Custer e Forrest e o suscetível BR96-25619 gerando três cruzamentos, ou seja, CBR (Custer x BR96-25619), FBR (Forrest x BR96-25619) e CF (Custer x Forrest).

Como não houve seleção, não há método de melhoramento. Contudo, o controle das gerações remete ao método genealógico ou “pedigree” (Figura 1).

Após os cruzamentos em 2005, as sementes da geração F_1 foram juntadas por cruzamento e multiplicadas para a obtenção da geração F_2 . As sementes da geração F_2 colhidas foram divididas em duas partes: uma parte das sementes F_2 foi armazenada em câmara fria para análise fenotípica da resistência ao nematóide reniforme e a outra parte foi multiplicada com duas plantas por vaso que, após colhidas separadamente, formaram a geração $F_{2:3}$. Essas sementes $F_{2:3}$ foram armazenadas em envelopes individualizados por planta que continham sementes suficientes para serem semeadas em sete vasos com três sementes cada na avaliação de resistência.

As gerações F_1 utilizadas nas avaliações fenotípicas foram geradas em 2007 por meio de outros cruzamentos entre os parentais resistentes e suscetíveis.

Para a obtenção de uma quantidade de sementes suficientes para a condução do estudo foram efetuados sete cruzamentos entre os genitores envolvidos. Para isso, foram utilizados sete genitores masculinos e sete femininos de acordo com cada população específica e também, do mesmo modo, foi realizado o cruzamento recíproco. A utilização dos cruzamentos recíprocos foi realizada para a verificação da possibilidade de genes envolvidos na resistência ao nematoide reniforme estarem ou não ligados ao sexo.

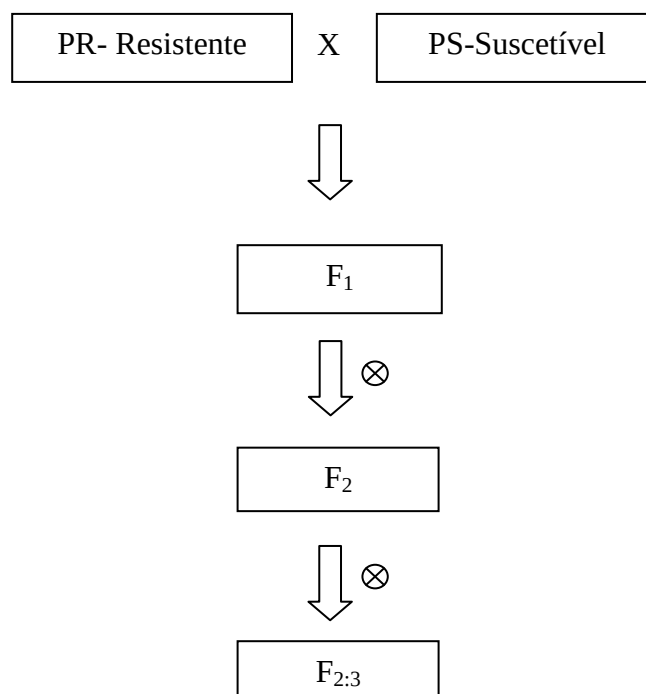


FIGURA 1. Esquema de cruzamento entre parentais de soja resistente e suscetível a *Rotylnchulus reniformis* e avanço das gerações F₁, F₂ e F_{2:3}. ⊗ Auto cruzamento

3.2 Avaliação fenotípica da reação ao nematoide

Em 19 de novembro de 2007, 04 de janeiro e 23 de fevereiro de 2008 foram semeadas as três populações para avaliação fenotípica das gerações referentes aos respectivos cruzamentos CBR, FBR e CF, com 900 genótipos cada, totalizando 2700 plantas em casa de vegetação que foram utilizados para análises fenotípicas, na *Embrapa Agropecuária Oeste*, Município de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul, latitude: 22° 16' 30'' S, longitude: 54° 49' 00'' W e 408 m de altitude. Os 900 vasos de cada cruzamento foram distribuídos aleatoriamente em três bancadas com capacidade individual para 300 vasos.

Os parentais resistentes e suscetíveis dos cruzamentos FBR e CBR e as diferentes gerações de cada cruzamento compuseram os 900 vasos da seguinte forma: 60 vasos dos parentais sendo 30 resistente e 30 suscetível ao nematoide; 30 vasos da geração F₁, os quais 15 do cruzamento normal e 15 do recíproco; 110 vasos da geração

F₂, compostos por 55 vasos de cruzamentos normais e 55 recíprocos; A geração F_{2:3} foram semeadas em 700 vasos, divididos da mesma forma em 350 de cruzamentos normais e 350 recíprocos. Da mesma forma, os 900 vasos do cruzamento entre os parentais resistentes (CF) foram compostos pelas mesmas quantidades de genótipos dos parentais envolvidos no cruzamento e em cada geração.

Para a instalação de cada experimento com as gerações dos três cruzamentos relacionados acima, foram semeadas três sementes de soja em cada vaso de polietileno, com capacidade para 400 ml de mistura 1:1 (v/v) de solo e areia lavada. Ao substrato foi adicionado adubo químico da fórmula 00-20-20 (NPK) na proporção de 1 g do adubo por litro do substrato que foi previamente desinfestado com brometo de metila na dose de 150 mL m⁻³.

Para o controle da qualidade da inoculação em cada um dos três cruzamentos, utilizou-se 10 vasos com a cultivar de soja BRS 239 que é considerada suscetível ao nematoide reniforme (CARDOSO et al., 2009).

Seis dias após a semeadura, efetuou-se o desbaste e foi deixada uma plântula de soja por vaso.

3.3 Obtenção do inóculo de *R. reniformis* em maracujazeiro

Para obtenção do inóculo, maracujazeiros foram cultivados em vasos de 2000 mL por cerca de seis meses após serem inoculados com uma população de nematoides originária de área infestada de uma fazenda no Município de Maracaju em Mato Grosso do Sul, onde inicialmente foi detectado a presença desse nematoide causando prejuízo em lavoura de soja no estado (ASMUS et al., 2003).

Para extração dos nematoides, as raízes de maracujazeiro foram lavadas em água corrente, cortadas com tesoura em pedaços de 1 a 2 cm e trituradas em liquidificador após a adição de 250 mL de solução de hipoclorito de sódio 0,5%. Para o preparo de 1 litro de solução de hipoclorito de sódio utilizou-se 200 mL de hipoclorito de sódio comercial a 2,5% e 800 mL de água destilada. As raízes foram liquidificadas por cerca de 20 segundos e após vertidas sobre uma peneira de 200 mesh, justaposta sobre outra de 500 mesh, onde, após lavagem com jatos de água, ficaram retidos os ovos e formas larvais do nematoide. A suspensão de nematóides obtida foi clarificada por centrifugação (COOLEN; D'HERDE, 1972). Foi necessária a extração de

nematoides de pelo menos 20 vasos de maracujá para se conseguir inóculo suficiente para inocular os 900 indivíduos de cada cruzamento entre os parentais de soja. Da suspensão aquosa dos 20 vasos de maracujá foi completado o volume para 1000 mL e retirada uma alíquota de 1 mL para contagem dos número de nematoides com o auxílio de placa de Peters sob microscópio óptico binocular (100x). Após essa contagem, estimou-se o número em 1000 mL e preparou-se uma diluição suficiente para inocular 900 plântulas com 5 mL cada e que continha cerca de 1000 ovos e juvenis do nematoide por vaso de 400 mL com uma plântula de soja.

3.4 Inoculação, manejo das plantas e extração dos nematoides

No estádio VC (um par de folhas unifolioladas), conforme escala de Ritchie et al. (1982), modificada por Yorinori, 1996 (TECNOLOGIAS..., 2006) que coincide com o período de dez dias após a semeadura da soja, efetuou-se a inoculação das plântulas com ovos e juvenis de *R. reniformis*. Cada plântula foi inoculada com 5 mL de uma suspensão aquosa contendo 1000 ovos e juvenis de *R. reniformis*. O inóculo, dividido em duas porções de 2,5 mL, foi depositado em dois orifícios distantes 1 cm do colo da plântula de soja e a 2 cm de profundidade. As três distintas inoculações ocorreram em 29 de novembro de 2007, 14 de janeiro de 2008 e 04 de março de 2008, nos cruzamentos CBR, FBR e CF, respectivamente.

Durante a condução do estudo, cada vaso recebeu individualmente duas irrigações diárias diretamente sobre o colo da planta sem atingir a parte aérea da mesma, suficiente para manter a umidade próxima da capacidade de campo.

Foram realizadas adubações em cobertura a cada 14 dias utilizando-se a fórmula 13-13-15 + micronutrientes com os seguintes nutrientes e respectivas concentrações dos mesmos na fórmula do adubo granulado: N (13%), P₂O₅ (13%), K₂O (15%), Ca (1%), S (4%), B (0,05%), Co (0,005%), Cu (0,05%), Fe (0,2%), Mg (1%), Mo (0,005%) e Zn (0,1%). Para a adubação em cobertura, 4 g (uma colher de chá) do adubo granulado foi dissolvido em um litro de água e 20 mL desta solução foi depositada por vaso.

Para o controle de oídio (*Erysiphe diffusa*) foi utilizado o fungicida difenoconazole 250 EC na dose de 0,5 mL do produto comercial diluído em um litro de água e aplicado sobre as plantas por meio de pulverizador costal.

O inseticida imidacloprid 700 GrDA, utilizado para o controle de tripes, foi

diluído em um litro de água na dose de 0,5 g do produto comercial e pulverizado sobre as plantas de soja.

Bromopropylate 500 CE foi o acaricida usado para o controle de ácaros. A solução acaricida foi aplicada sobre as plantas com o produto comercial na dose 0,4 mL após ser diluído em um litro água.

As extrações dos nematoides das raízes das plantas de soja foram realizadas após o período de 70 dias da inoculação, tempo suficiente para ocorrer duas gerações dos nematoides nas plantas de soja. Essas extrações foram efetuadas em 12 de fevereiro de 2007 para o cruzamento CBR, com 74 DAI (Dias Após a Inoculação), em 28 de março 2008 para o CBR e também com 74 DAI e em 14 de maio de 2008 para o CF com 71 DAI.

Após o seccionamento do caule na altura do colo das plantas e o descarte da parte aérea, os vasos foram levados ao laboratório de nematologia e as raízes foram mergulhadas, cuidadosamente, em balde com água de capacidade para 6 L com o objetivo de amolecer o substrato para facilitar o desprendimento da raiz. Em seguida, foi efetuada a lavagem das raízes individualmente por meio de jato leve de água para a retirada do excesso de substrato sem, contudo, remover os nematoides. Após a lavagem, as raízes foram colocadas sobre superfície forrada com papel absorvente para retirada do excesso de água e, em seguida, foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos de 1 kg de capacidade os quais foram amarrados para evitar perda de umidade e mantidas sob refrigeração a 8 °C.

Na etapa seguinte, determinou-se o peso fresco das raízes e a extração dos nematoides das mesmas utilizando-se os mesmos procedimentos empregados para a obtenção do inóculo (COOLEN; D'HERDE, 1972).

Após a extração os nematoides foram inativados em banho-maria a 52 °C por cinco minutos e fixados em formalina (2%), ficando assim armazenados até serem quantificados. Para a quantificação, a solução aquosa contendo os nematoides foi ajustada para o volume de 50 mL e dessa foram obtidas duas alíquotas de um mL que foram vertidas para lâminas de Peters para a contagem de ovos, juvenis, machos e fêmeas jovens e adultas em microscópio óptico binocular (100x).

De posse dos pesos frescos das raízes e do número médio de nematoides por raiz foi estimado o número de nematoides por grama de raiz (NGR) e o fator de reprodução ($FR = \text{população final} / \text{população inicial}$), sendo a população final o número médio de nematoides extraídos por raiz de cada planta de soja e a população inicial o

número de nematóides usados como inóculo (= 1000). Fatores de reprodução menores ou iguais a 1,0 caracterizam genótipo resistente (SEINHORST, 1965; OOSTENBRINK, 1966).

3.5 Análises genético-estatísticas dos dados

Os dados foram analisados por meio de médias e variâncias das diferentes gerações dos Parentais, F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ (MATHER; JINKS, 1982). Os modelos genéticos ajustados para as médias e variâncias foram obtidos com o auxílio dos programas computacionais GENFIT e SGQ - Sistema de Genética Quantitativa (TOLEDO, 1991). Para a análise quantitativa, os dados foram transformados em $\log x + 1$.

Os modelos genéticos aplicados sobre médias relacionadas aos genitores resistentes e suscetíveis e às gerações derivadas de cruzamentos entre elas são (MATHER; JINKS, 1982):

$$\bar{P}_1 = m + [d] + [i]$$

$$\bar{P}_2 = m - [d] + [i]$$

$$\bar{F}_1 = m + [h] + [l]$$

$$\bar{F}_2 = m + \frac{1}{2}[h] + \frac{1}{4}[l]$$

$$\bar{F}_{2:3} = m + \frac{1}{4}[h] + \frac{1}{16}[l]$$

onde:

m : é a média dos parentais ou o efeito genético e ambiental comum no cruzamento;

$[d]$: é o efeito genético aditivo;

$[h]$: é o efeito genético de dominância;

$[i]$: é o efeito genético da interação aditiva x aditiva;

$[l]$: é o efeito genético da interação dominante x dominante;

$\bar{P}_1$: é a media do genitor suscetível;

$\bar{P}_2$: é a média do genitor resistente;

$\bar{F}_1$: é a média da geração F_1

$\bar{F}_2$: é a média da geração F_2 ;

$\bar{F}_{2:3}$: é a média da geração $F_{2:3}$.

O modelo estabelecido considerou apenas a média dos homozigotos e os desvios dos genótipos homozigotos e heterozigotos em relação a essa média e a epistasia do tipo aditiva x aditiva. Para verificar se o modelo é válido para o estudo realizado, pode ser utilizado o teste de escala conjunto, proposto por Cavalli, citado por Rowe e Alexander (1980) e apresentado em detalhes por Mather e Jinks (1984) e Toledo e Kiihl (1982).

O método consiste em estimar os parâmetros m , d , h e i , a partir dos tipos de gerações disponíveis. Com base nestas estimativas são obtidos valores esperados para as médias das gerações. Posteriormente, é determinada a aderência do modelo proposto, comparando-se os valores esperados e observados por meio do teste qui-quadrado (χ^2) (STEEL et al., 1997), conforme a expressão seguinte:

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(obs - esp)^2}{esp} \right], \text{ com } n-1 \text{ graus de liberdade, sendo } n \text{ o número de}$$

classes fenotípicas (progênes) do modelo. Se o resultado do teste for não significativo, então o modelo proposto explica o valor fenotípico médio de cada geração.

Para a estimação dos parâmetros foi utilizado o método dos quadrados mínimos ponderados, usando como pesos a razão inversa das variâncias médias de cada geração. Foi empregado o método proposto por Rowe e Alexander (1980), que consta dos passos seguintes:

Definir as matrizes N , S , Y , C e M , em que:

N : é a matriz diagonal 5x5 do número de plantas de cada geração;

$$N = \begin{bmatrix} n(P_1) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & n(P_2) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & n(F_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & n(F_2) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & n(F_{2:3}) \end{bmatrix}$$

S : é a matriz diagonal 5x5 das variâncias de cada geração;

$$S = \begin{bmatrix} \sigma^2(P_1) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma^2(P_2) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma^2(F_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma^2(F_2) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma^2(F_{2:3}) \end{bmatrix}$$

Y : é o vetor 5x1 de médias observadas em cada geração;

C : é a matriz 5x4 que contém os coeficientes dos efeitos gênicos;

M : é o vetor 4x1 de estimativas dos componentes de médias;

$$Y = \begin{bmatrix} \bar{P}_1 \\ \bar{P}_2 \\ \bar{F}_1 \\ \bar{F}_2 \\ \bar{F}_{2:3} \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0,50 & 0 \\ 1 & 0 & 0,25 & 0 \end{bmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} m \\ d \\ h \\ i \end{bmatrix}$$

1. Resolver o sistema de equações matriciais para obter o vetor de parâmetros, ou seja:

$$\hat{M} = \left(C'NS^{-1}C \right)^{-1} \left(C'NS^{-1}Y \right)$$

2. Obter as estimativas de qui-quadrado (χ^2) usando a expressão:

$$\chi^2 = (Y - C\hat{M})' (NS^{-1}) (Y - C\hat{M}) \quad \text{ou} \quad \chi^2 = (Y - \hat{Y})' (NS^{-1}) (Y - \hat{Y})$$

Como as variâncias de cada geração são obtidas com base em números diferentes de plantas, a matriz de ponderações do modelo, obtida por meio do produto de matrizes NS^{-1} , tem a função de aumentar a precisão das estimativas dos componentes de médias, fazendo com que o modelo se torne menos tendencioso (MATHER; JINKS, 1984).

Os erros padrão das estimativas dos parâmetros foram obtidos utilizando a seguinte expressão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(C'NS^{-1}C)\chi^2}{GL}}$$

em que:

σ : é o erro padrão da estimativa do parâmetro;

C : é a matriz delineamento 5x4 que contém os coeficientes dos efeitos gênicos;

NS^{-1} : é o produto de matrizes que resulta na matriz de ponderações do modelo;

χ^2 : é o qui-quadrado calculado;

GL : é o número de graus de liberdade associado ao qui-quadrado calculado.

O coeficiente de herdabilidade no sentido amplo entre médias de gerações foi estimado utilizando a expressão seguinte:

$$h_{\bar{X}}^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_{\bar{F}}^2}$$

em que:

σ_G^2 : é a variância genética entre gerações;

$\sigma_{\bar{F}}^2$: é a variância fenotípica entre médias de gerações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se, nos dois cruzamentos entre parentais resistentes e suscetíveis ao nematoide, Custer x BR96-25619 (CBR) e Forrest x BR96-25619 (FBR) (Tabela 1), na variável NGR10, que são os nematoides por grama de raiz divididos por dez, os valores médios de 8,17 e 12,99 para os genótipos resistentes Custer e Forrest e 61,14 e 78,15 para o genótipo suscetível BR96-25619 no primeiro e segundo cruzamentos, respectivamente. Na variável FR (Fator de Reprodução) com valores médios de 1,04 e 1,32 para os genótipos resistentes Custer e Forrest, respectivamente e, para o genótipo suscetível BR96-25619, os valores médios foram de 16,81 no cruzamento CBR e 14,44 no FBR. Essas médias entre os parentais resistentes e suscetíveis foram bem divergentes para os dois caracteres avaliados; esse fato indica que os parentais utilizados possibilitaram a obtenção de uma base de dados adequada para o estudo da herança da resistência da soja ao nematoide reniforme; isso corrobora com a afirmação de que um dos meios de estudar um caráter quantitativo de forma que se possa inferir o seu potencial genético para fins de seleção é utilizando delineamentos especiais. Por exemplo, o estudo dos valores fenotípicos obtidos de genitores contrastantes e de suas progênes e que uma situação mais simples é quando se avalia o desempenho dos genitores P_1 e P_2 , contrastantes, e de suas descendências F_1 e F_2 (CRUZ, 2010).

As plântulas dos parentais, bem como as gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$, dos cruzamentos CBR e FBR foram inoculadas em novembro de 2007 e janeiro de 2008, respectivamente. As épocas de inoculação dos nematoides nesses dois cruzamentos coincidiram com as épocas normais de desenvolvimento da cultura da soja na região o que permitiu a multiplicação normal do nematoide reniforme em duas gerações. Os nematóides foram extraídos aos 74 DAI (Dias Após a Inoculação), quando as plantas de soja apresentavam-se nos estádios de R5.3 e R7.2, para os cruzamentos CBR e FBR, nos respectivos meses de fevereiro e março de 2008.

No entanto, as plântulas do cruzamento entre os parentais resistentes Custer x Forrest (CF), apresentados na Tabela 1, foram inoculadas em março de 2008 e, aos 49 DAI (em 22/04/2008), encontravam-se no estádio R5.4 (50% a 75% de enchimento dos grãos nas vagens) com as folhas amarelo-bronzeadas. A extração dos nematoides desse terceiro cruzamento (CF) ocorreu em maio de 2008 aos 71 DAI no estádio R8.1. Contudo, a senescência antecipada 22 dias antes da extração, causada pela semeadura

tardia da soja na implantação do terceiro cruzamento, ou seja, devido à sensibilidade da soja ao fotoperíodo, provavelmente interferiu na multiplicação dos nematoides nos parentais e nas três gerações do cruzamento entre os genótipos resistentes (Custer X Forrest).

Para controlar a qualidade da inoculação nos três cruzamentos foi utilizada a cultivar BRS 239 como padrão suscetível (CARDOSO et al., 2009), onde o mesmo apresentou valores médios do caráter FR de 28,54; 14,65 e 13,59 e, para o caráter NGR10, os valores médios de 101,46; 84,38 e 49,45, respectivamente para os cruzamentos CBR, FBR e CF. Observou-se que a multiplicação do nematoide foi diminuindo com o avanço da época de semeadura da soja ou instalação e inoculação dos nematoides nas três populações avaliadas. Contudo, os nematoides ainda multiplicaram porque as plantas de soja ainda permaneceram vivas embora com a redução do ciclo total devido ao fotoperíodo. Diante desse fato, verificaram-se os valores de FR de 0,99; 0,41; 0,29; 0,42 e 0,43 para os parentais Custer e Forrest e suas gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ no terceiro cruzamento, respectivamente, os quais são inferiores aos mesmos parentais nas duas primeiras épocas de inoculação, que foram em novembro de 2007 e janeiro de 2008 onde os mesmos foram conduzidos em épocas mais favoráveis à multiplicação de *R. reniformis* quando comparados ao terceiro cruzamento Custer x Forrest.

A respeito da variância (Tabela 1) verificou-se, nos cruzamentos CBR e FBR, valores bem inferiores nos parentais resistentes quando comparados ao parental suscetível e gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ nas variáveis NGR10 e FR. Essa menor variância nos parentais resistentes era previsível devido à menor multiplicação dos nematoides nesses e, conseqüentemente, valores menores nas contagens dos nematoides nas raízes nos diferentes indivíduos resistentes. Entretanto, no parental suscetível, houve multiplicação diferenciada nos indivíduos com amplitude elevada nos valores, resultando em variâncias elevadas atribuídas às variâncias ambientais. No entanto, as variâncias foram pequenas para todos os genótipos do terceiro cruzamento nas variáveis NGR10 e FR, ou seja, variância ambiental pequena nos parentais resistentes Custer e Forrest e suas progênes F_1 , F_2 e $F_{2:3}$.

Verificou-se, nos cruzamentos CBR e FBR (Tabela 1), que os indivíduos da geração F_1 apresentam as médias semelhantes ao parental suscetível BR96-25619 nos dois caracteres avaliados, demonstrando que os efeitos genéticos de dominância [h], que é a soma dos efeitos de dominância dos vários loci individuais envolvidos no controle do caráter, foi direcional no sentido da suscetibilidade. Esses resultados são semelhantes

aos conseguidos por Harville et al. (1985) no cruzamento entre as cultivares de soja Davis que é suscetível e Pickett 71 que é resistente ao nematoide reniforme, os quais mostraram que a distribuição da média da geração F_1 foi idêntica ao parental suscetível Davis e concluíram também haver dominância completa direcional para a suscetibilidade.

Nos modelos de médias (Tabela 2) predominaram os efeitos genéticos aditivos [d] em todos os cruzamentos mostrando que houve diferença significativa entre os parentais utilizados para os dois caracteres avaliados. Isso foi observado mesmo no cruzamento entre parentais resistentes. A presença de efeitos genéticos aditivos também foi comprovada através das estimativas significativas de D (variância genética aditiva) para as duas variáveis avaliadas nos três cruzamentos, com exceção do caráter logFR+1 no cruzamento entre os parentais resistentes (CF). A presença de D é uma garantia de que existe variabilidade genética aditiva para ser explorada em processos seletivos para melhoria do nível de resistência em cultivares de soja. A ausência de D significativo no cruzamento do tipo R x R era de certa forma esperada, já que o menor valor de [d] no modelo de média já é um indicativo de menor divergência genética nessa combinação, o que é difícil de ser detectado num modelo de variância onde os erros são maiores que nos modelos de médias.

A dominância foi significativa para os dois caracteres avaliados pelos modelos de médias [h] nos dois cruzamentos do tipo R x S. O valor positivo de [h] indica a ocorrência de dominância direcional para o aumento da média do caráter que corresponde à suscetibilidade. Este resultado pode ser visualizado na Tabela 1 comparando-se as médias de cada F_1 com as médias dos parentais, sendo que os F_1 s sempre ficaram mais próximos das médias dos parentais suscetíveis, com exceção do cruzamento entre parentais resistentes (CF).

A dominância [h] indica qual a posição das gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ em relação à média dos pais, sendo positiva quando ficam à direita desta média e negativa quando à esquerda. Nesse trabalho, as posições das três gerações ficaram à direita da média dos pais.

TABELA 1. Graus de liberdade (GL), médias ($\bar{X}$) e variâncias (S^2) conjuntas dos três cruzamentos, para o caráter Nematoide por Grama de Raiz dividido por dez (NGR10), Logarítimo de Nematoide por Grama de Raiz mais um (log NGR + 1), Fator de Reprodução (FR) e log FR +1, das gerações parentais, F₁, F₂ e F_{2;3}.

Geração	NGR10			log NGR+1		
	GL	$\bar{X}$	S^2	GL	$\bar{X}$	S^2
Custer (R)*	29	8,17	52,51	29	1,79	0,10
BR 96-25619 (S)*	27	61,14	2119,41	27	2,68	0,09
F ₁	27	73,66	3619,80	27	2,72	0,15
F ₂	108	63,26	2774,34	108	2,66	0,14
F _{2;3}	697	52,14	2206,41	697	2,52	0,22
BRS 239**		101,46				
Forrest (R)	29	12,99	215,91	29	1,89	0,23
BR 96-25619 (S)	28	78,15	5311,55	28	2,76	0,12
F ₁	25	88,49	3384,93	25	2,83	0,13
F ₂	105	68,77	2692,82	105	2,69	0,16
F _{2;3}	681	58,52	2861,80	681	2,55	0,24
BRS 239**		84,38				
Custer (R)	29	5,75	15,28	29	1,68	0,08
Forrest (R)	29	2,03	11,69	29	1,13	0,16
F ₁	28	1,63	2,44	28	1,09	0,16
F ₂	106	2,07	2,63	106	1,21	0,13
F _{2;3}	693	2,14	3,84	693	1,19	0,16
BRS 239**		49,45				
Geração	FR			log FR+1		
	GL	$\bar{X}$	S^2	GL	$\bar{X}$	S^2
Custer (R)	29	1,04	0,44	29	0,29	0,02
BR 96-25619 (S)	27	16,81	206,43	27	1,15	0,09
F ₁	27	15,84	163,79	27	1,12	0,10
F ₂	108	14,72	197,33	108	1,07	0,11
F _{2;3}	697	12,22	132,19	697	0,97	0,14
BRS 239**		28,54				
Forrest (R)	29	1,32	2,59	29	0,30	0,05
BR 96-25619 (S)	28	14,44	304,54	28	1,05	0,10
F ₁	25	11,72	52,23	25	1,03	0,07
F ₂	105	9,87	70,88	105	0,90	0,13
F _{2;3}	681	10,07	89,02	681	0,89	0,14
BRS 239**		14,65				
Custer (R)	29	0,99	0,35	29	0,28	0,01
Forrest (R)	29	0,41	0,28	29	0,13	0,01
F ₁	28	0,29	0,05	28	0,11	0,01
F ₂	106	0,42	0,13	106	0,14	0,01
F _{2;3}	693	0,43	0,14	693	0,14	0,01
BRS 239**		13,59				

* Genótipos de soja Resistente (R) e Suscetível (S) a *Rotylenchulus reniformis*

** Padrão suscetível para controlar a qualidade da inoculação do nematoide nos três cruzamentos

Resultados semelhantes a esse estudo foram alcançados em avaliação de dados dos cruzamentos combinados entre as cultivares de soja Davis X Bragg, Dare X Pickett 71, Bragg X Pickett 71 e Davis X Pickett 71 e suas gerações. O estudo sugere que os parentais diferem em dois loci que têm efeitos desiguais. Os genótipos propostos para os quatro parentais são: Davis-Rn₁Rn₁Rn₂Rn₂, Bragg-Rn₁Rn₁rn₂rn₂, Dare-rn₁rn₁Rn₂Rn₂ e Pickett-71 rn₁rn₁rn₂rn₂. O gene rn₁rn₁ tem um efeito levemente maior de resistência, quando comparado com o rn₂rn₂, e mostra ser um gene de efeito aditivo,

enquanto o gene rn_2rn_2 demonstra completa recessividade. Neste mesmo trabalho, a população F_2 de todos os cruzamentos mostrou-se uma típica distribuição contínua similar ao esperado por um caráter quantitativo. A resistência da cultivar de soja Pickett 71 à *R. reniformis* é de natureza quantitativa e controlada por dois pares de genes de efeitos desiguais. Um par de gene mostrou-se completa recessividade e outro par apresentou ausência de dominância (HARVILLE et al., 1985).

Como as fontes de resistência da soja ao *R. reniformis* são praticamente as mesmas que ao *H. glycines*, trabalhos de diversos autores relacionados à herança da resistência ao Nematóide de Cisto da Soja (NCS) são apresentados e o efeito aditivo dos genes foi observado. Em procedimentos da genética quantitativa, envolvendo cruzamentos entre genótipos suscetíveis e resistentes a NCS (*H. glycines*) as estimativas de herdabilidade foram altas em todos os cruzamentos; um modelo genético aditivo foi suficiente para explicar a maioria da variação genética e esta parece ser controlada por, no máximo, quatro genes (MANSUR et al. 1993). Estudos de genética mendeliana e de genética quantitativa, conduzidos em 120 famílias $F_{2:3}$, utilizando 120 plantas F_2 , 20 plantas F_1 e 20 plantas de cada parental dos cruzamentos das plantas E97-2502-9-3-1 e E97-2502-9-3-5 (tipos PI 437654) com a linhagem suscetível E96-776 (tipo 'Hartwig'), mostraram que dois genes, um maior, localizado no grupo de ligação A2 e fortemente ligado ao locus i, e outro menor, hipostático ao anterior, explicam a resistência à raça 4+ do NCS (DIAS et al., 2005).

Diferentemente deste trabalho, em estudo de genótipos de soja descendentes dos cruzamentos entre PI595099 e CD 201, resistentes a *M. javanica* com BRS 133, parental suscetível, foram verificados efeitos de dominância no sentido da resistência, uma vez que indivíduos heterozigotos apresentaram a menor média de galhas como nos parentais resistentes (SILVA et al. 2001).

No presente trabalho, a epistasia ou interação não alélica do tipo aditivo x aditivo também foi significativa na maioria dos modelos de médias aceitos pelo teste de qui-quadrado para os dois caracteres avaliados com exceção do caráter $\log NGR+1$ do cruzamento FBR. Nos cruzamentos do tipo R x S os valores predominantes foram negativos e, portanto, favorecem o aumento do nível de resistência. Já no cruzamento do tipo R x R esta interação entre genes não alélicos levou ao aumento da média dos dois caracteres avaliados ou ao aumento da suscetibilidade (Tabela 2). A detecção de um efeito de interação entre genes não alélicos ou epistasia é um indicativo de que existem pelo menos dois genes controlando o caráter e que eles estão interagindo de alguma

forma. Nesse caso a interação é favorável para o melhoramento, pois o valor negativo é indicativo de que o efeito é direcional para a resistência.

Cada indivíduo expressa um valor fenotípico, porém seu verdadeiro potencial é dado pelo valor genotípico. Contudo, como somente o valor fenotípico do indivíduo pode ser diretamente medido, deve ser avaliada a proporção da variabilidade existente na população segregante (F_2) que é de natureza genética (CRUZ, 2010).

Observou-se nesse estudo, a proporção de indivíduos resistentes e suscetíveis na geração F_2 , dos cruzamentos entre parentais resistentes e suscetíveis, na ordem de 6 a 7 indivíduos resistentes para em torno de 103 indivíduos suscetíveis, ou seja, proporção de 15:1 que indica a possibilidade do envolvimento de 2 genes controlando o caráter da resistência da soja ao *R. reniformis* que é característico da genética qualitativa; no entanto há várias classes de resistência e suscetibilidade ao nematoide reniforme que apresentaram distribuição contínua condizente com a genética quantitativa.

As estimativas obtidas para as herdabilidades no sentido restrito, onde são consideradas apenas as variações genéticas aditivas em relação à variação total para cada caráter, variaram de 30 a 41% para os dois caracteres nos dois cruzamentos com maior variação genética (tipo R x S). O cruzamento CBR apresentou herdabilidade maior (em torno de 40%) que o cruzamento FBR (em torno de 30%), indicando que maiores ganhos genéticos seriam esperados no primeiro cruzamento. No intuito de prospectar marcadores moleculares ligados a genes de resistência, o cruzamento CBR seria o mais vantajoso uma vez que apresenta o maior valor de D e o menor de E entre os modelos de variância.

A presença de D no modelo de variância para logNGR+1 é um indicativo de que houve variação genética no cruzamento do tipo Resistente x Resistente (CF) apesar dela ser menor que nos outros dois cruzamentos; com menor variabilidade genética a herdabilidade acaba sendo menor nesse cruzamento em comparação aos outros dois, correspondendo a 17 % para o cruzamento CF, herdabilidade inferior aos cruzamentos CBR e FBR (Tabela 2). Para o caráter logFR+1 do cruzamento CF observou-se que a estimativa da média m foi bem menor em comparação aos outros cruzamentos e, embora tenha sido possível ajustar um modelo genético com $[d]$ e $[i]$ (efeitos aditivos e epistasia do tipo aditivo x aditivo), as variâncias das gerações avaliadas foram muito pequenas. Para esse cruzamento não foi possível ajustar um modelo de variância ($P > 0,05$), mas o melhor modelo encontrado foi o modelo apenas com variância

ambiental E ($P=0,03$). Portanto, no cruzamento entre os parentais resistentes (CF) os valores de Fatores de Reprodução são muito baixos ($FR<1$) (Tabela 1) e deixam de ter um significado prático pois todos são considerados resistentes. Contudo, neste estudo, o cruzamento entre os parentais resistentes Custer e Forrest, bem como o avanço de gerações, foram realizados para a verificação se os genes de resistência a *R. reniformis* eram os mesmos nos dois parentais resistentes. Portanto, diante dos resultados apresentados, constatou-se que os genes envolvidos na resistência ao nematóide reniforme são iguais nos dois parentais resistentes. Em adição, ambos parentais resistentes têm a mesma origem, são descendentes da cultivar de soja Pecking que é resistente ao nematoide reniforme.

Verificou-se na Tabela 2 que os dados não transformados para $\log X + 1$ dos caracteres avaliados NGR e FR, não se ajustaram a modelos significativos. Porém, os dados transformados para $\log x + 1$ nos caracteres $\log NGR + 1$ e $\log FR + 1$ permitiram encontrar modelos genéticos, testar a significância dos mesmos e melhorar a interpretação da herança da resistência a *R. reniformis*. Essa transformação logarítmica dos dados corrobora com autores em diversos outros estudos com características genéticas onde os mesmos também optaram pelos dados transformados.

Quando há falhas no ajuste ao modelo aditivo-dominante, o uso de uma escala transformada pode remover ou reduzir substancialmente a interdependência dos efeitos dos genes, tornando possível a sua utilização (MATHER; JINKS, 1984).

A transformação logarítmica e raiz quadrada dos dados influíram na magnitude, mas não alteraram a ordem de importância dos efeitos gênicos estimados de todos os caracteres avaliados nas estimativas de parâmetros genéticos da resistência das cultivares de soja Uberaba e Bossier à *Cercospora sojina* Hara (GRAVINA et al., 2004).

TABELA 2. Modelos genéticos de médias (m) e variâncias, qui-quadrado (χ^2), efeito genético e ambiental comum no cruzamento, efeito genético aditivo ([d]), dominância ([h]), epistasia ([i]), graus de liberdade (GL), probabilidade associada ao teste de qui-quadrado (P), efeito de variância genética aditiva (D), variância ambiental aditiva (E), efeito microambiente (E1, E2 e E3), herdabilidade (h^2), ajustados nos caracteres NGR10* e log NGR +1 (Nematoide por Grama de Raiz) e FR e log FR +1 (Fator de reprodução), avaliados para os três cruzamentos, nas gerações F_2 e $F_{2:3}$.

Parâmetros Genéticos	Custer X BR 95-25619	Forrest x BR 95-25619	Custer X Forrest	Custer X BR 95-25619	Forrest x BR 95-25619	Custer X Forrest
	NGR10*			log NGR+1**		
M	39,59 ±3,00	47,63±3,70	2,10±0,07	2,44±0,03	2,42±0,03	1,19±0,01
[d]	31,20±3,15	34,49±4,31	1,86±0,47	0,45±0,04	0,41±0,05	0,28±0,04
[h]	46,10±9,99	43,52±11,36	-	0,34±0,09	0,49±0,08	-
[i]	-	-	1,79±0,48	-0,21±0,05	-	0,22±0,05
χ^2	2,72	0,13	2,95	2,66	4,88	2,14
GL	2	2	2	1	2	2
P	0,26	0,94	0,23	0,10	0,09	0,34
D	-	-	-	0,14±0,02	0,12±0,02	0,05±0,01
E	-	-	-	0,10±0,01	0,14±0,01	0,12±0,01
E1	-	-	-	-	-	-
E2	-	-	-	-	-	-
E3	-	-	-	-	-	-
χ^2	-	-	-	5,63	8,58	5,52
GL	-	-	-	4	4	4
P	-	-	-	0,23	0,07	0,24
h^2	-	-	-	0,41	0,30	0,17
	FR			log FR+1***		
M	10,17±0,78	10,04±0,32	0,48±0,02	0,91±0,03	0,84±0,03	0,14±0,01
[d]	9,12±0,78	8,68±0,43	0,29±0,07	0,43±0,03	0,38±0,04	0,08±0,01
[h]	7,73±2,49	-	-0,17±0,06	0,25±0,07	0,16±0,07	-
[i]	-	-	0,22±0,08	-0,19±0,04	-0,17±0,04	0,07±0,01
χ^2	1,90	3,22	0,90	1,67	0,83	2,52
GL	2	3	1	1	1	2
P	0,39	0,36	0,34	0,20	0,36	0,28
D	-	-	0,04±0,01	0,08±0,01	0,08±0,02	-
E	-	-	-	-	0,08±0,01	0,01±0,001
E1	-	-	0,20±0,02	0,02±0,01	-	-
E2	-	-	0,04±0,01	0,10±0,01	-	-
E3	-	-	-	-	-	-
χ^2	-	-	13,57	0,44	3,48	12,33
GL	-	-	3	3	4	5
P	-	-	0,01****	0,93	0,48	0,03****
h^2	-	-	-	0,40	0,33	-

(-) ausência de modelo significativo; *(NGR10 os dados de NGR foram divididos por 10 para a análise quantitativa; ** (log NGR+ 1) e *** (log FR+1) são dados transformados para log x+1 para a análise quantitativa; **** melhor modelo encontrado

Para estimar o parâmetro genético MSR - Massa Seca da Raiz em um dialelo de alface, houve adequação ao modelo aditivo-dominante após a transformação logarítmica dos dados (LEDO et al., 2001).

As transformações logarítmicas e raiz quadrada dos dados não alteraram as significâncias das estimativas dos parâmetros genéticos estudados nem a sua ordem de importância em um experimento que avaliou a resistência da soja à cercosporiose; para estimar esses parâmetros genéticos, não se requer normalidade dos dados, mas, para testar a significância dos efeitos do modelo, essa suposição faz-se necessária (CECON et al., 2003).

Nesse estudo, a distribuição contínua das frequências do número de indivíduos em diversas classes quando considerados as três gerações e os parentais (Figuras 2 a 13), a geração F_2 (Figuras 14 a 25) e a geração $F_{2:3}$ (Figuras 26 a 37), para os dois caracteres e nos cruzamentos CBR e FBR avaliados, demonstram tratar de herança quantitativa. Esse estudo corrobora os resultados de Harville et al. (1985) que relatam haver distribuição contínua na população de todos os cruzamentos entre os genótipos de soja Davis, Pickett 71, Bragg e Dare que são suscetível, resistente, moderadamente suscetível e moderadamente resistente, respectivamente, ao nematoide reniforme. Os autores concluíram que a resistência de Pickett 71 é de natureza quantitativa e controlada por dois pares de genes de efeitos desiguais. Além disso, Ha et al. (2007) utilizando marcadores moleculares microssatélite (SSR) encontraram loci de característica quantitativa (QTL) e confirmaram que o genótipo de soja PI 437654 possui a resistência ao nematoide reniforme.

Observou-se que a proporção de indivíduos com médias iguais ou menores que as do parental resistente Custer foi de 9,8 % no caráter NGR, de 6,6% no caráter FR, 8,8% no caráter LogNGR+1 e 7,2% no caráter LogFR+1 para o cruzamento CBR (Figuras 1, 4, 7 e 10, respectivamente). No cruzamento FBR, a proporção de indivíduos com médias iguais ou menores que as do parental Forrest foi de 16,5% no caráter NGR, de 5,2% no caráter FR, 12,7% no caráter LogNGR+1 e 11,5% no caráter LogFR+1 (Figuras 2, 5, 8 e 11, respectivamente). Da mesma forma, no cruzamento entre os parentais resistentes Custer e Forrest (Figuras 3, 6, 9 e 12), a proporção de indivíduos com médias iguais ou menores que as dos parentais foram de 93,7% no caráter NGR, 91,9% no caráter FR, 89,3% no caráter LogNGR+1 e 89,4% no caráter LogFR+1. A distribuição normal contínua de frequência do número de indivíduos em diversas classes e as proporções de indivíduos com médias menores, iguais e superiores aos parentais

resistentes inferem que a herança da resistência ao nematoide reniforme é de natureza quantitativa.

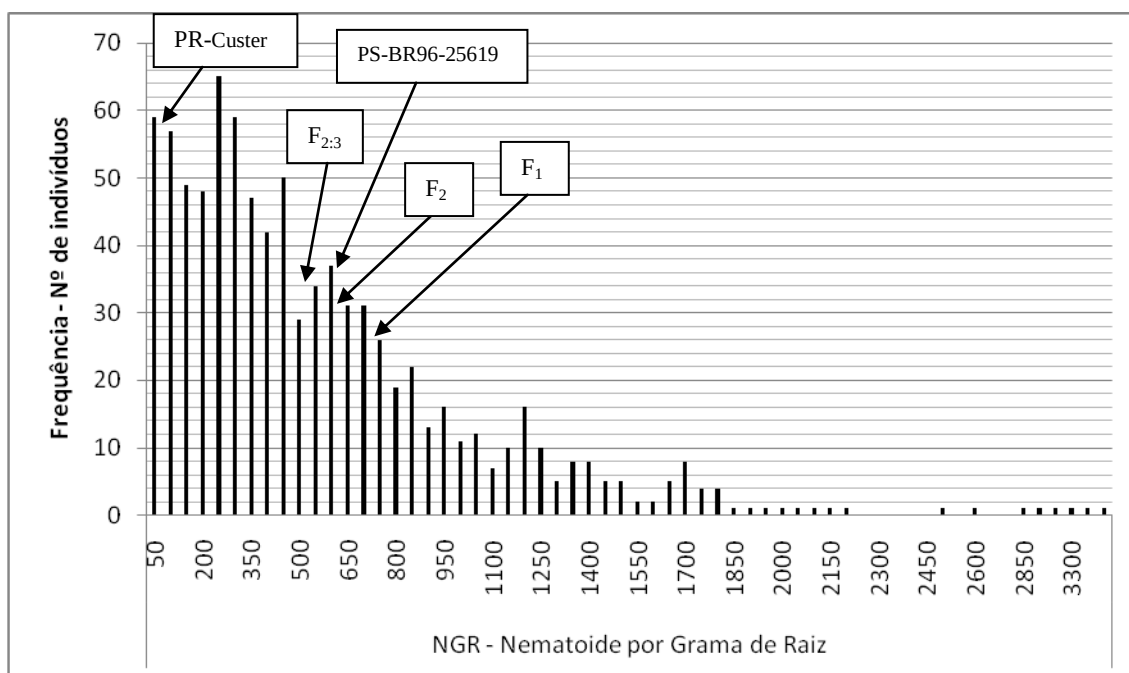


FIGURA 2. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter NGR – Nematoide por Grama de Raiz.

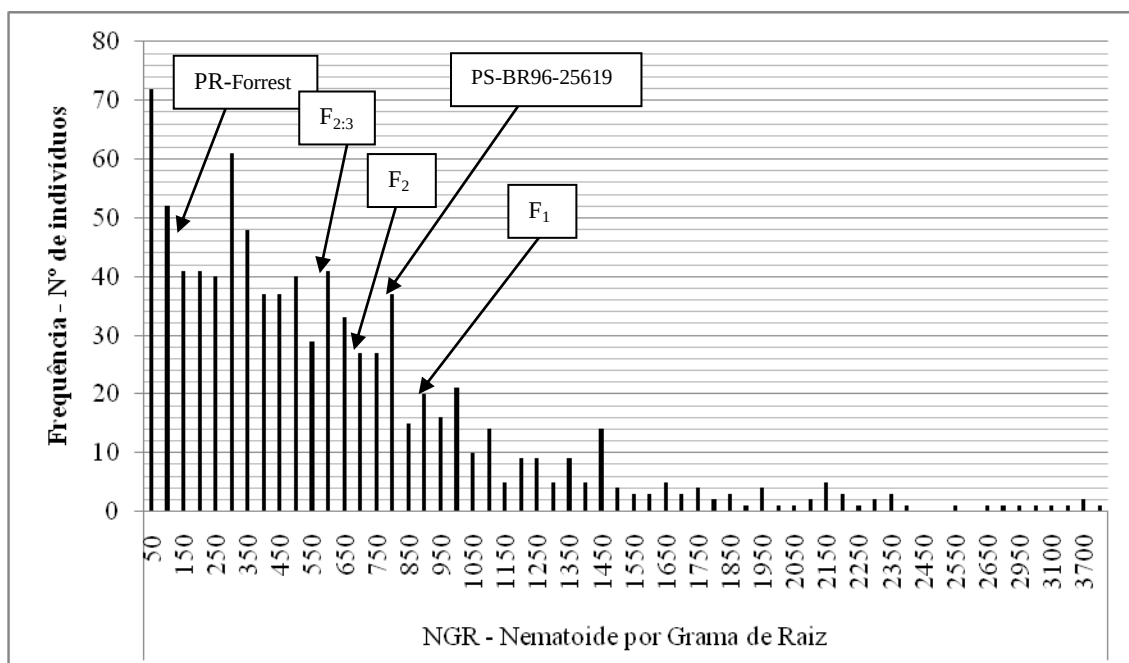


FIGURA 3. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter NGR – Nematoide por Grama de Raiz.

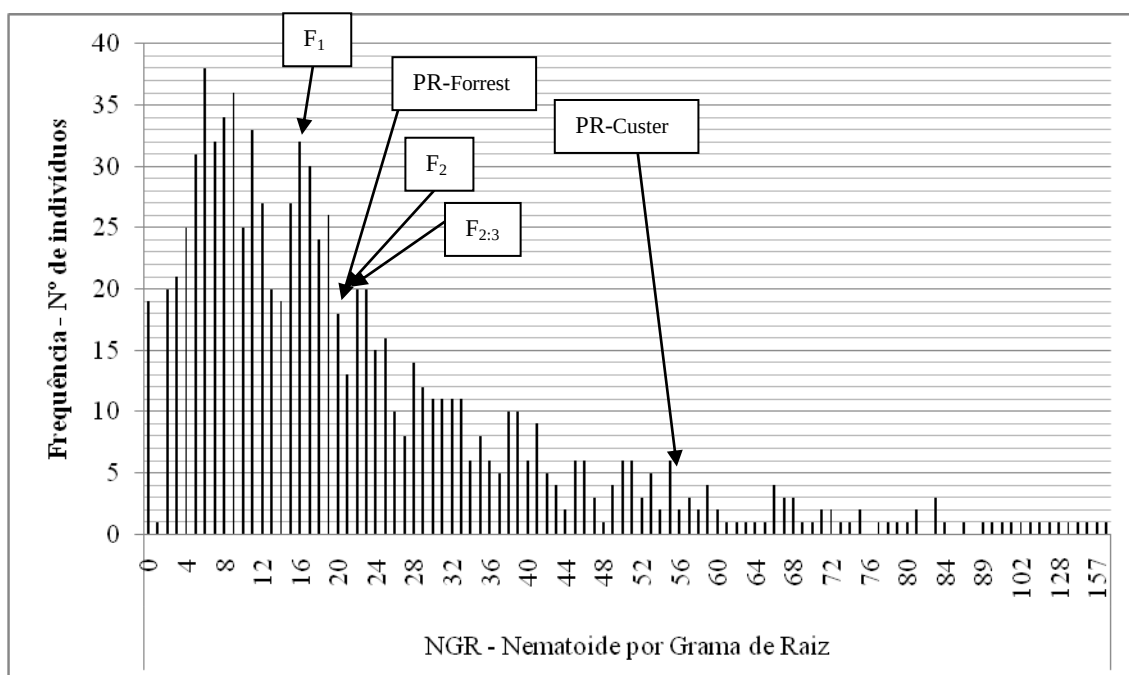


FIGURA 4. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter NGR – Nematode por Grama de Raiz.

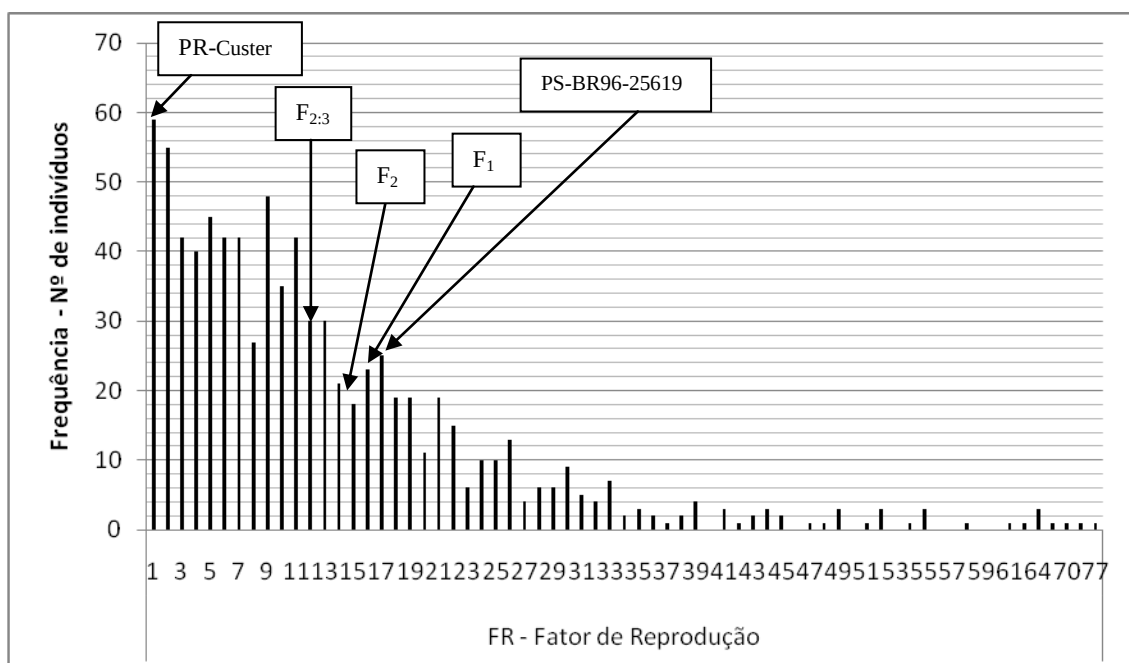


FIGURA 5. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.

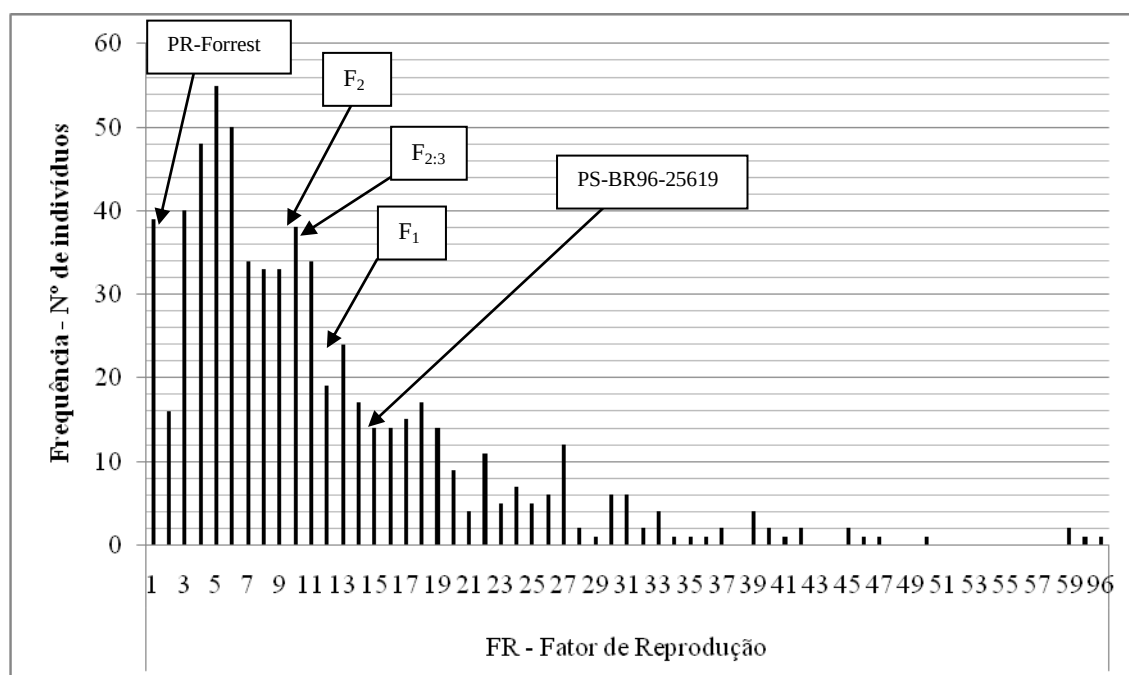


FIGURA 6. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS - Parental Suscetível e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter FR - Fator de Reprodução.

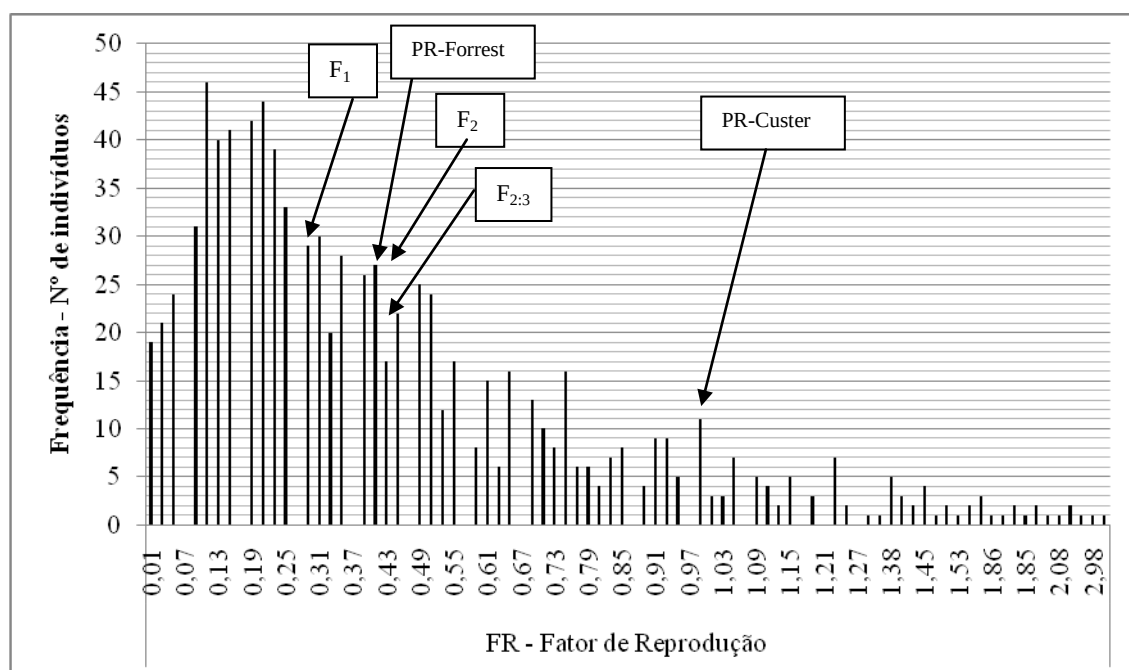


FIGURA 7. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter FR - Fator de Reprodução.

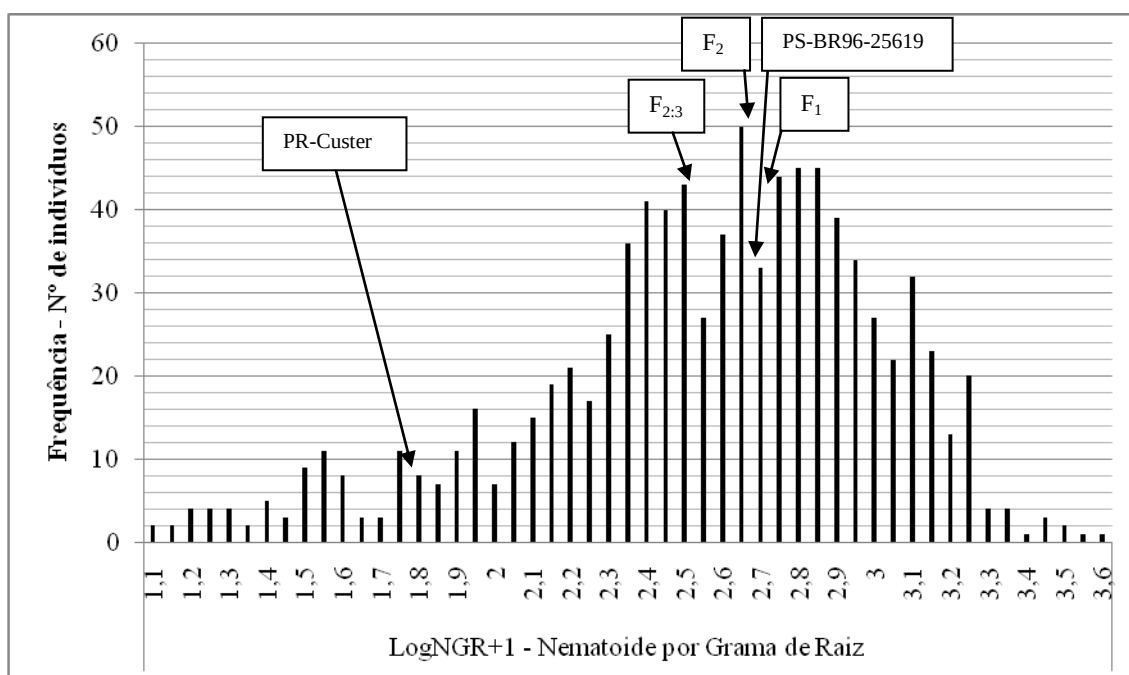


FIGURA 8. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

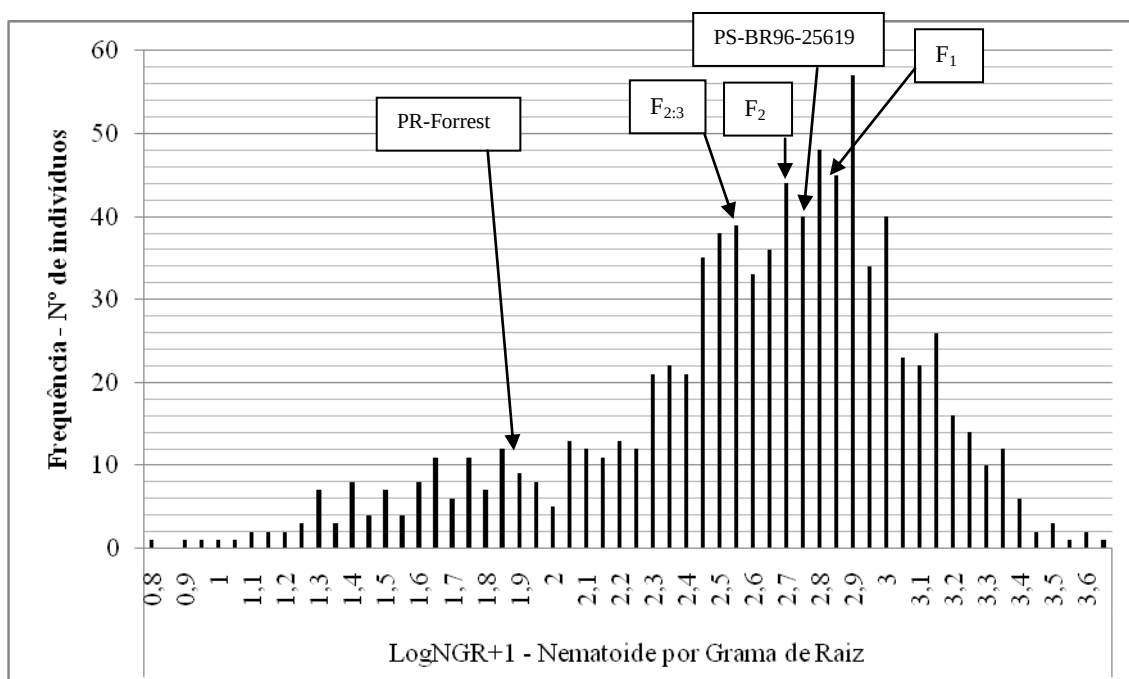


FIGURA 9. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F₁, F₂ e F_{2:3} do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

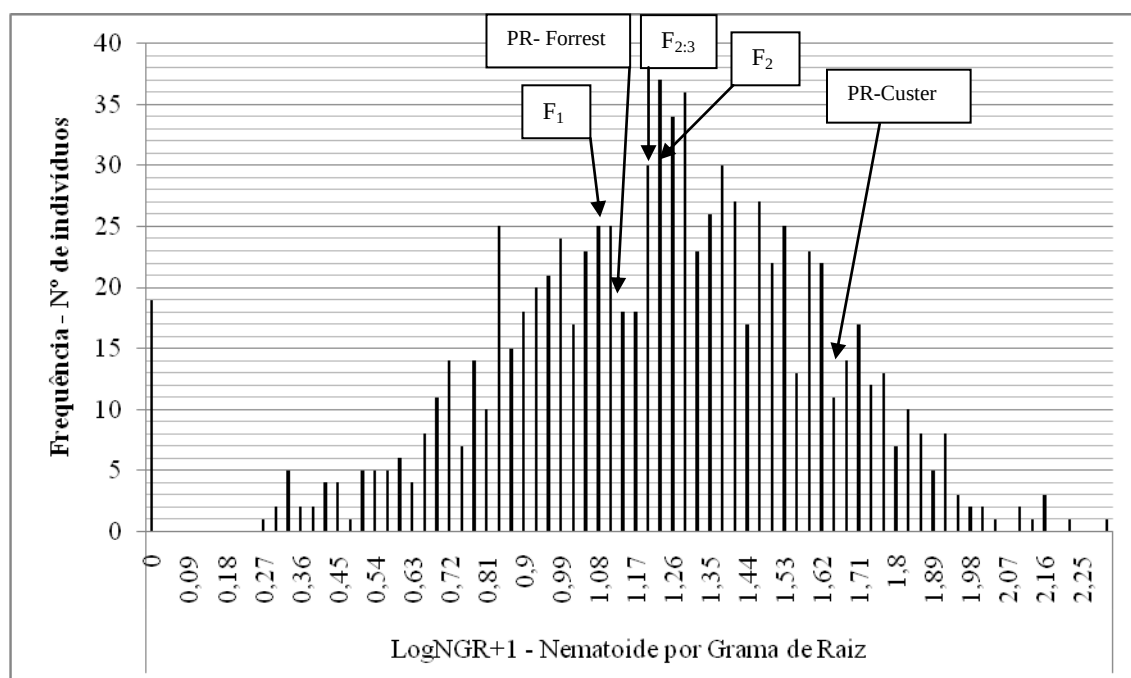


FIGURA 10. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F₁, F₂ e F_{2.3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

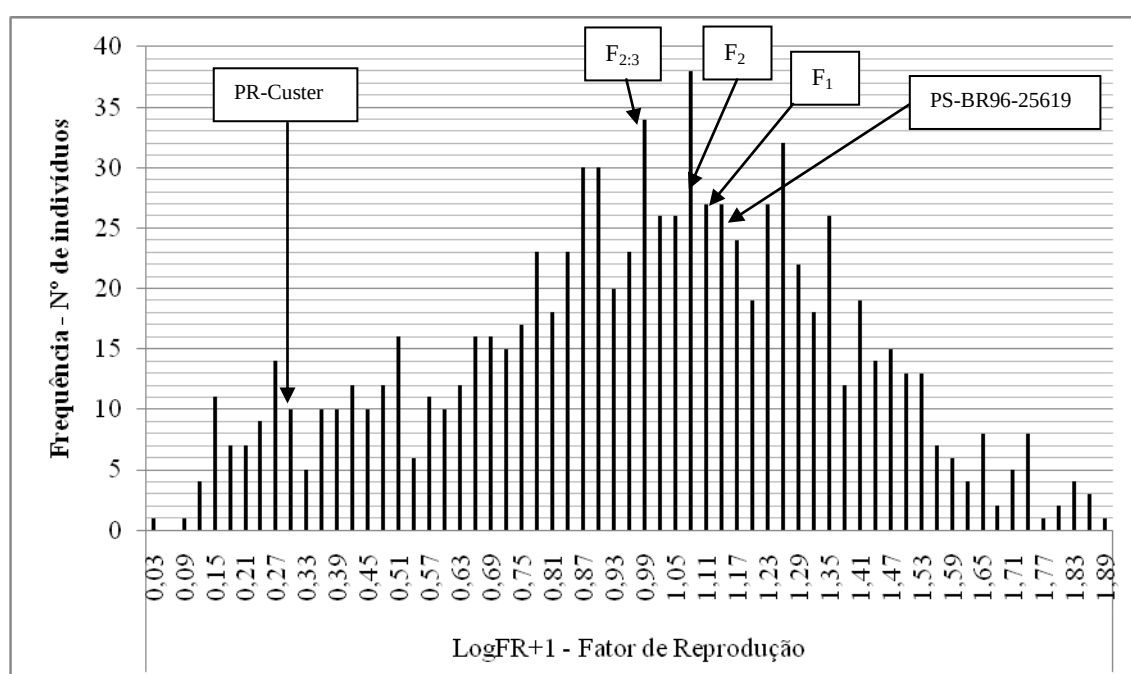


FIGURA 11. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS – Parental Suscetível e das gerações F₁, F₂ e F_{2.3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.

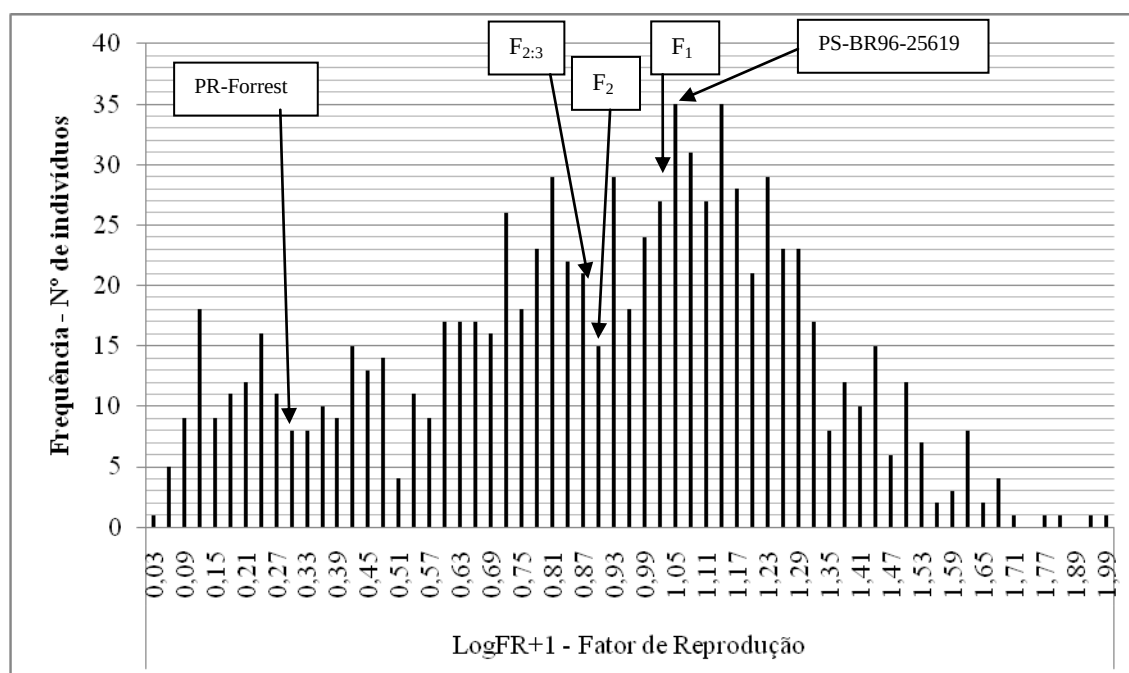


FIGURA 12. Distribuição de frequência do número de indivíduos do PR - Parental Resistente, PS - Parental Suscetível e das gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogFR+1 - Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.

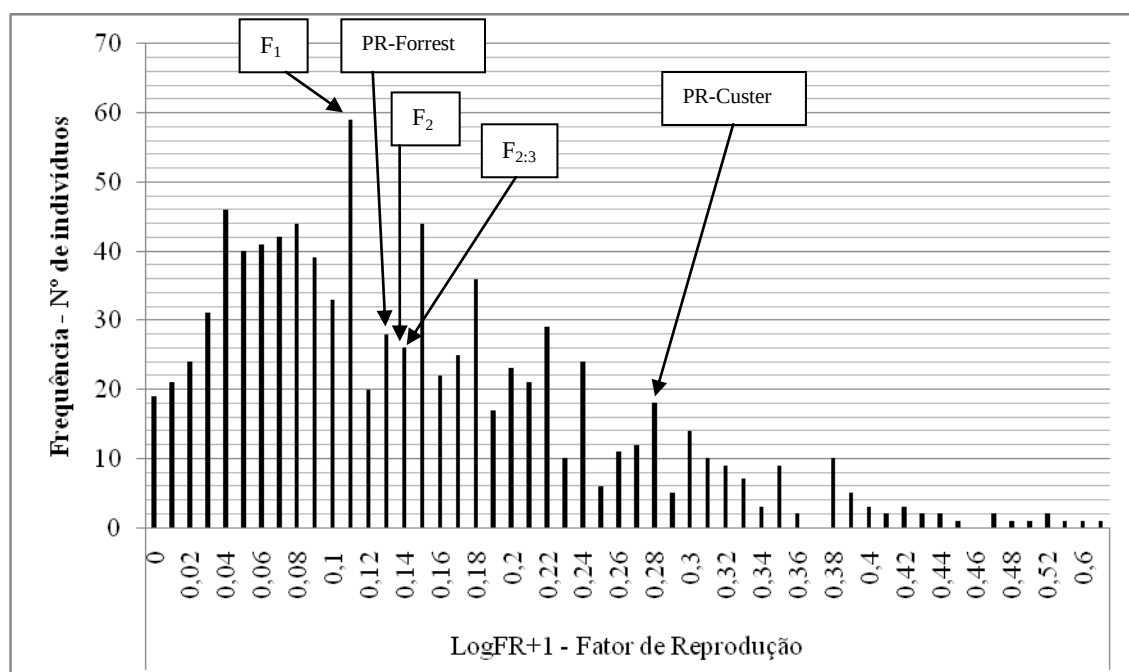


FIGURA 13. Distribuição de frequência do número de indivíduos dos PR - Parentais Resistentes e das gerações F_1 , F_2 e $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogFR+1 - Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.

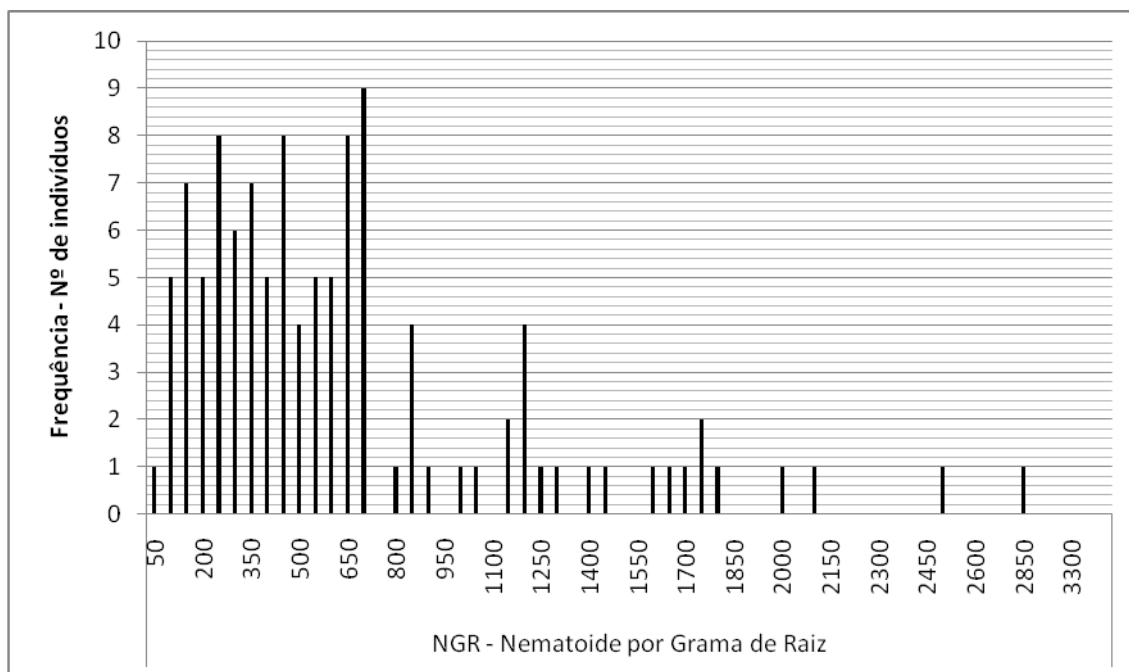


FIGURA 14. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter NGR – Nematoide por Grama de Raiz.

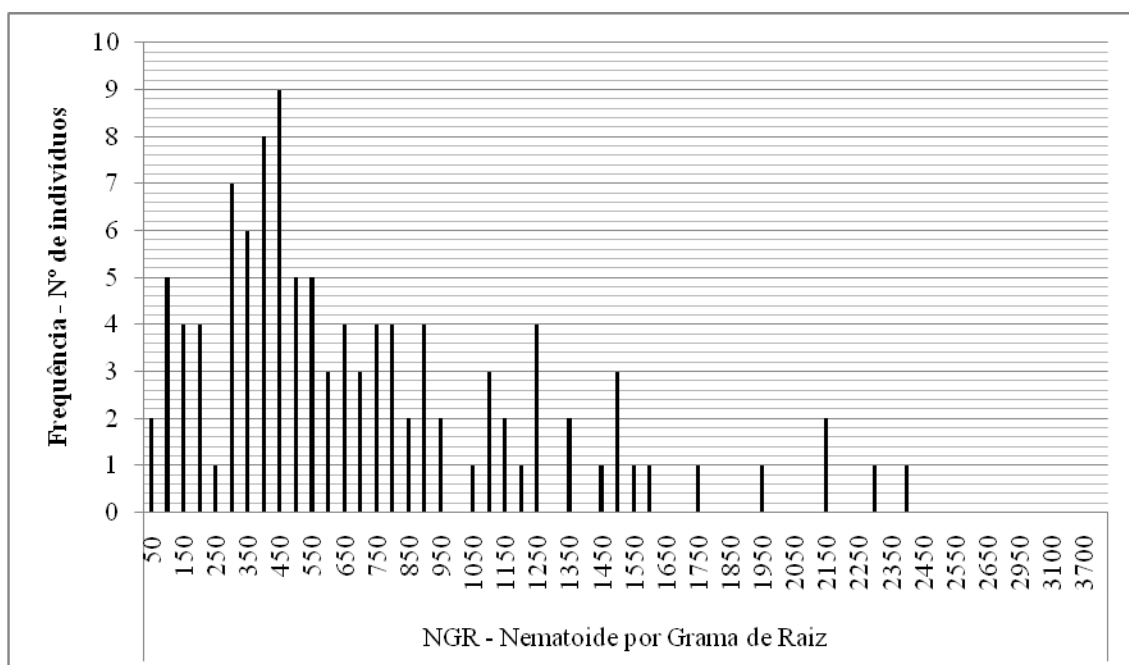


FIGURA 15. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter NGR – Nematoide por Grama de Raiz.

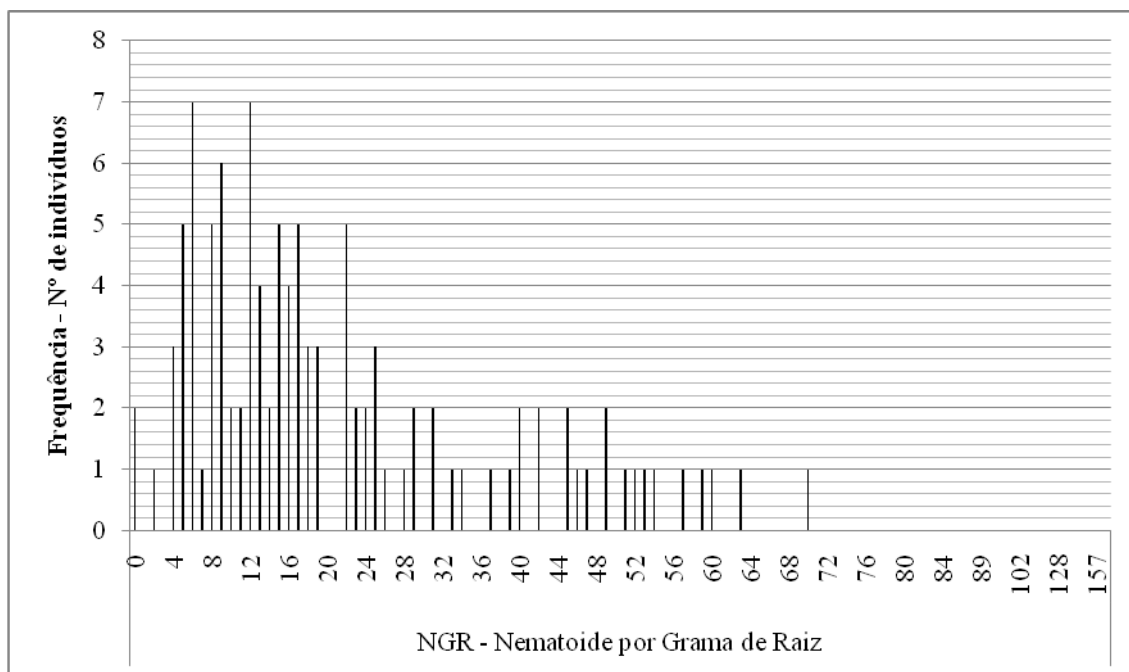


FIGURA 16. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F₂ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter NGR – Nematoide por Grama de Raiz.

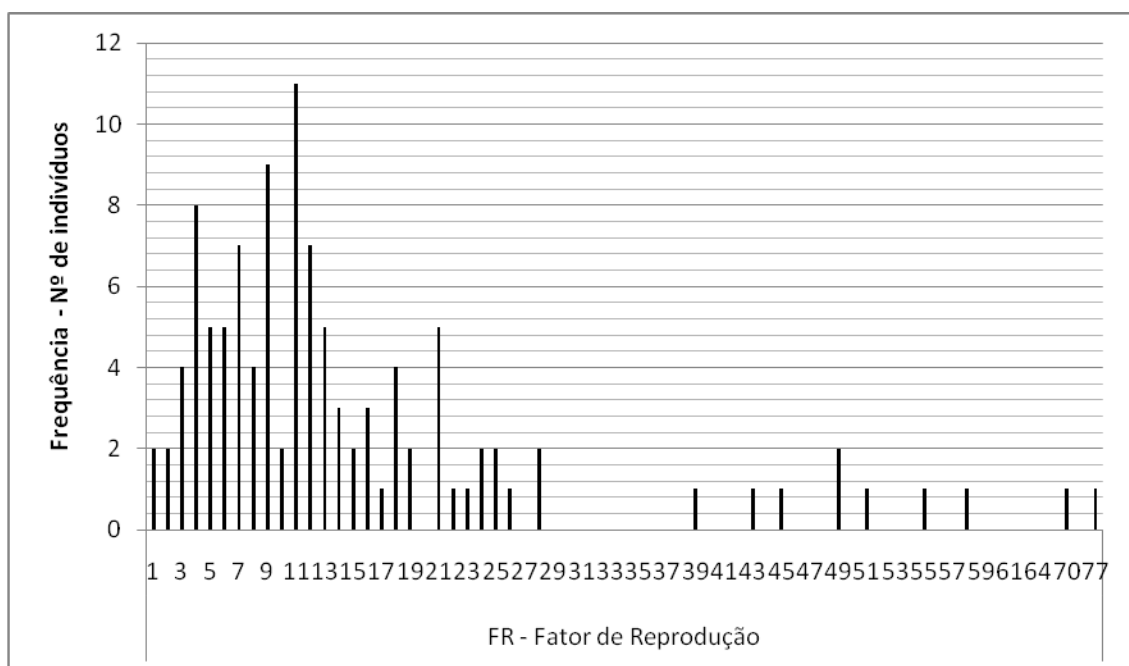


FIGURA 17. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F₂ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.

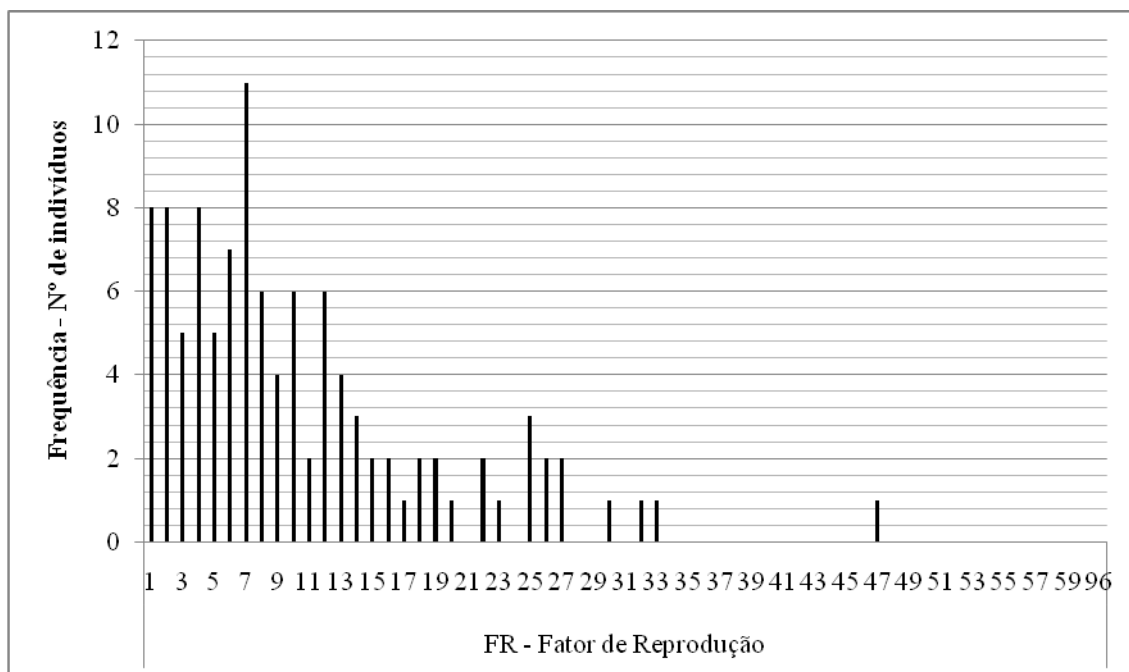


FIGURA 18. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.

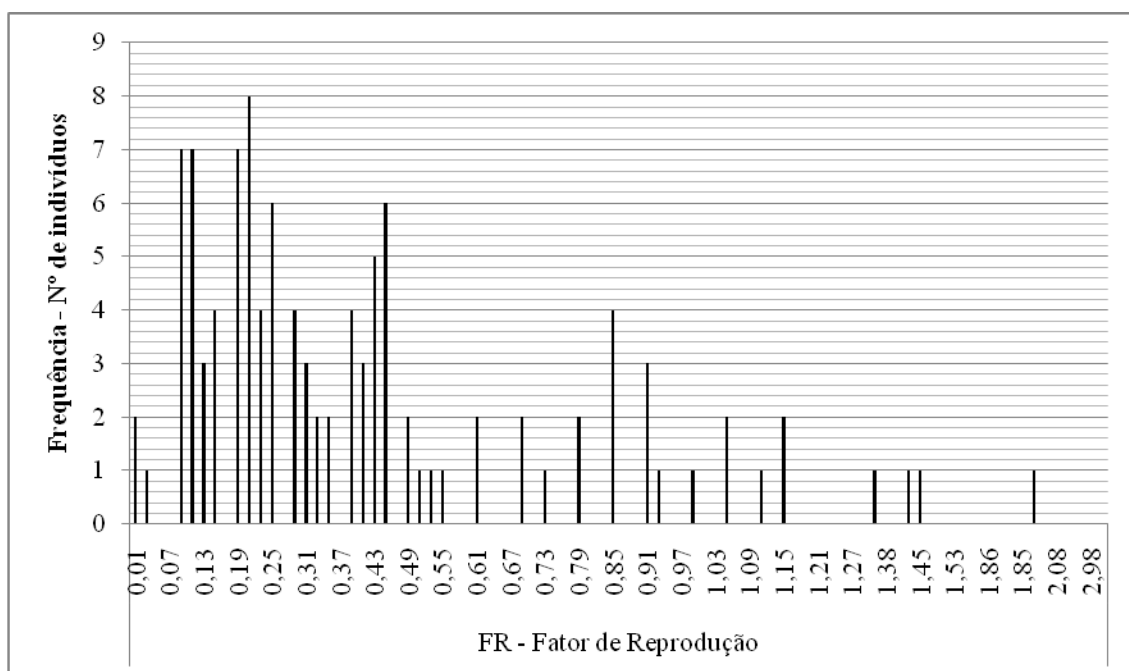


FIGURA 19. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter FR – Fator de Reprodução.

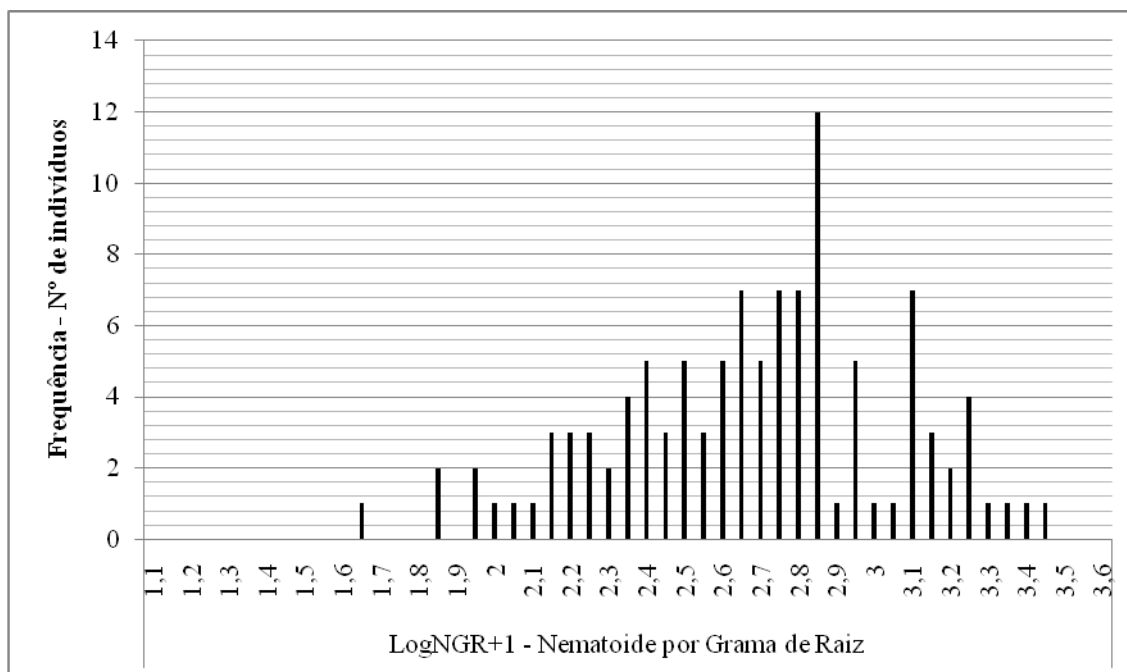


FIGURA 20. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

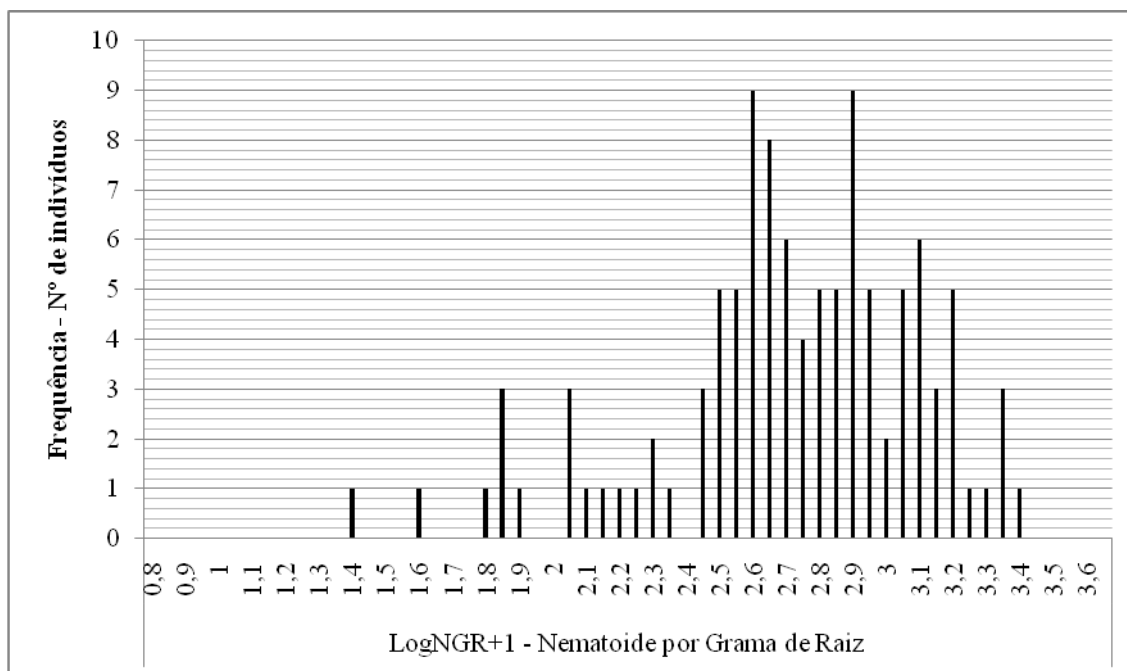


FIGURA 21. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_2 do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

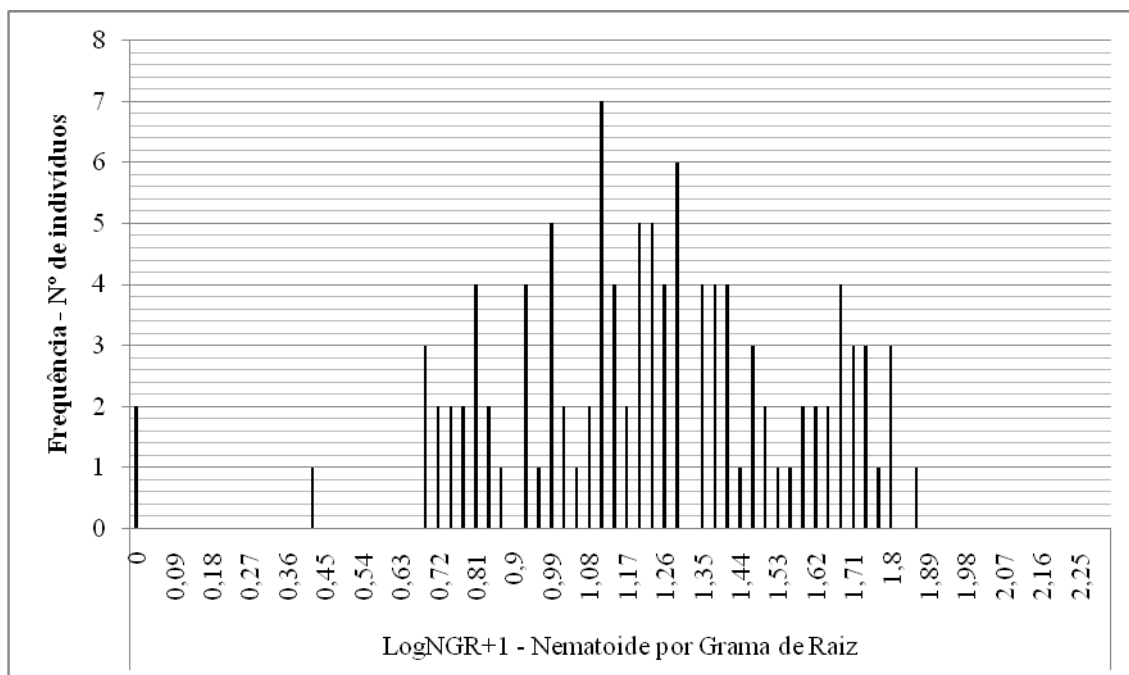


FIGURA 22. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F₂ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

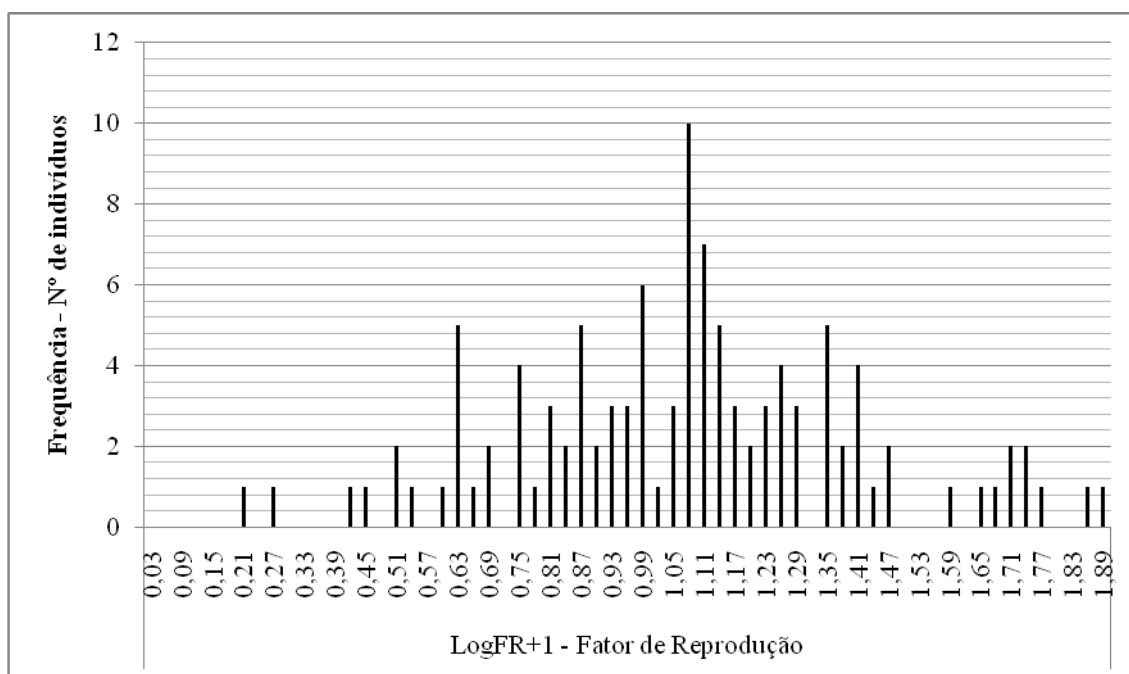


FIGURA 23. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F₂ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.

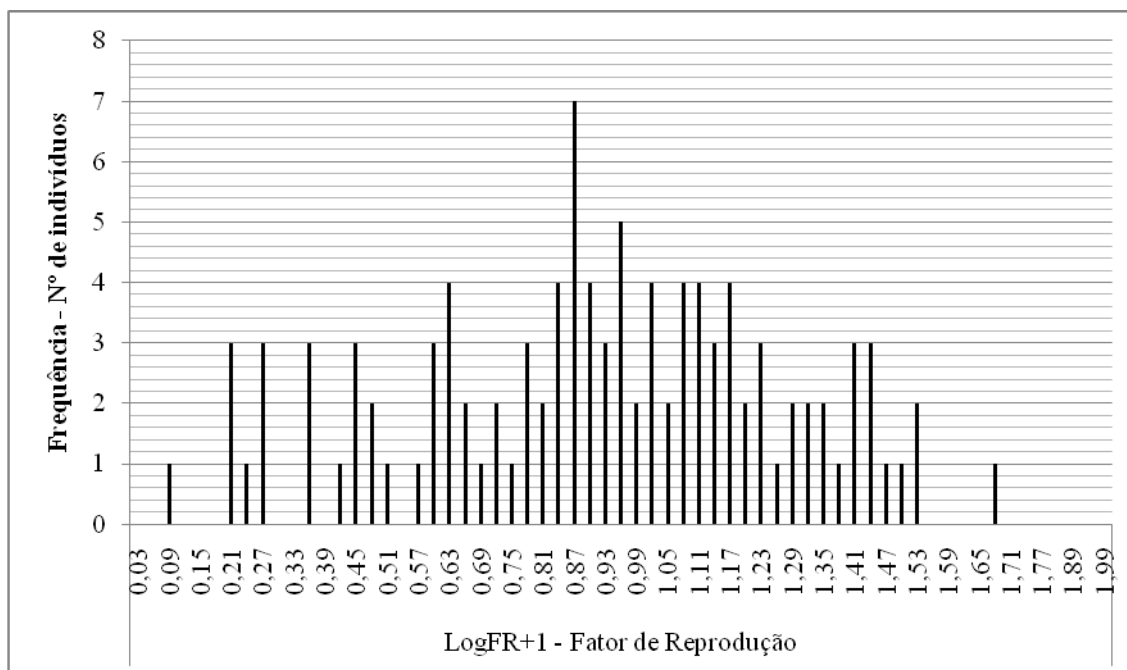


FIGURA 24. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F₂ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.

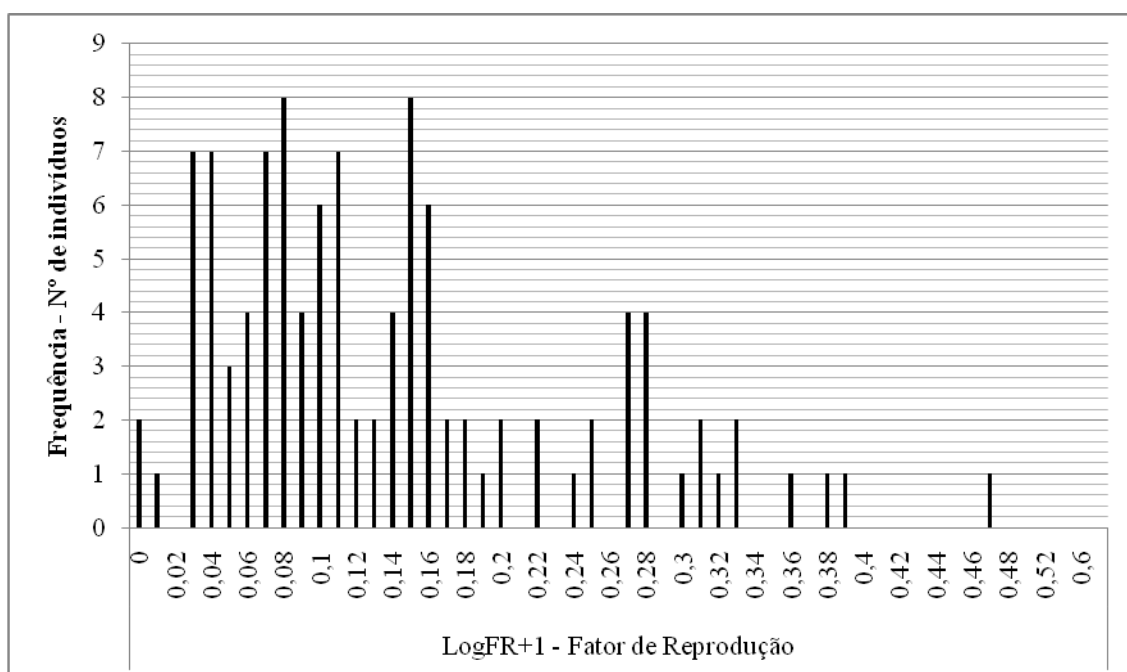


FIGURA 25. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F₂ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1

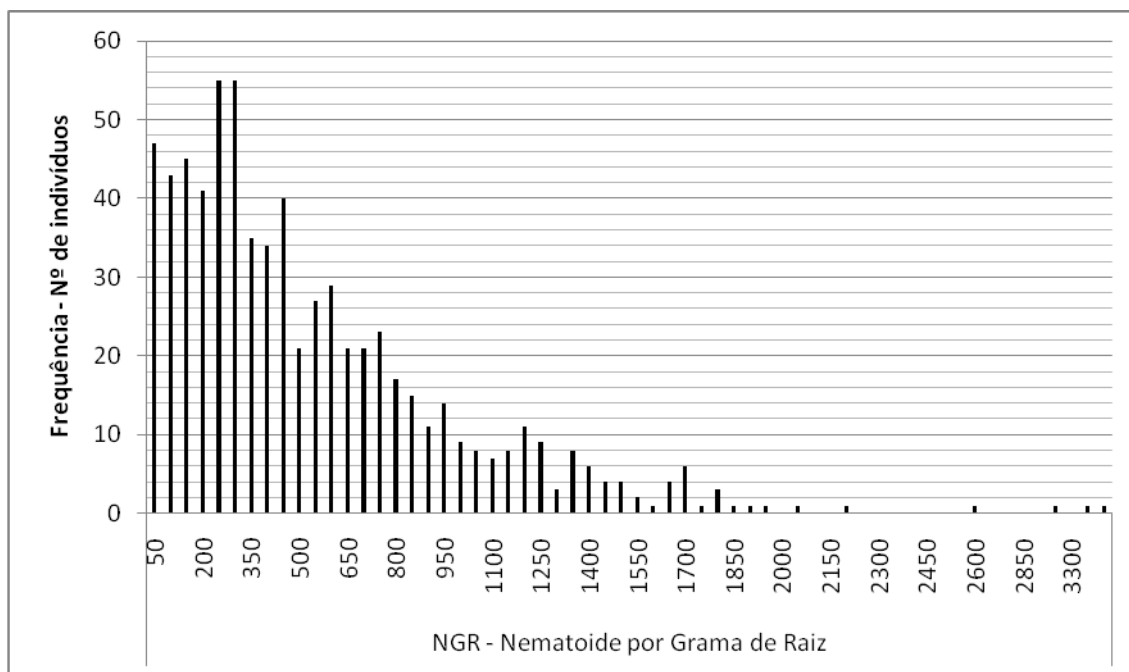


FIGURA 26. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter NGR – Nematode por Grama de Raiz.

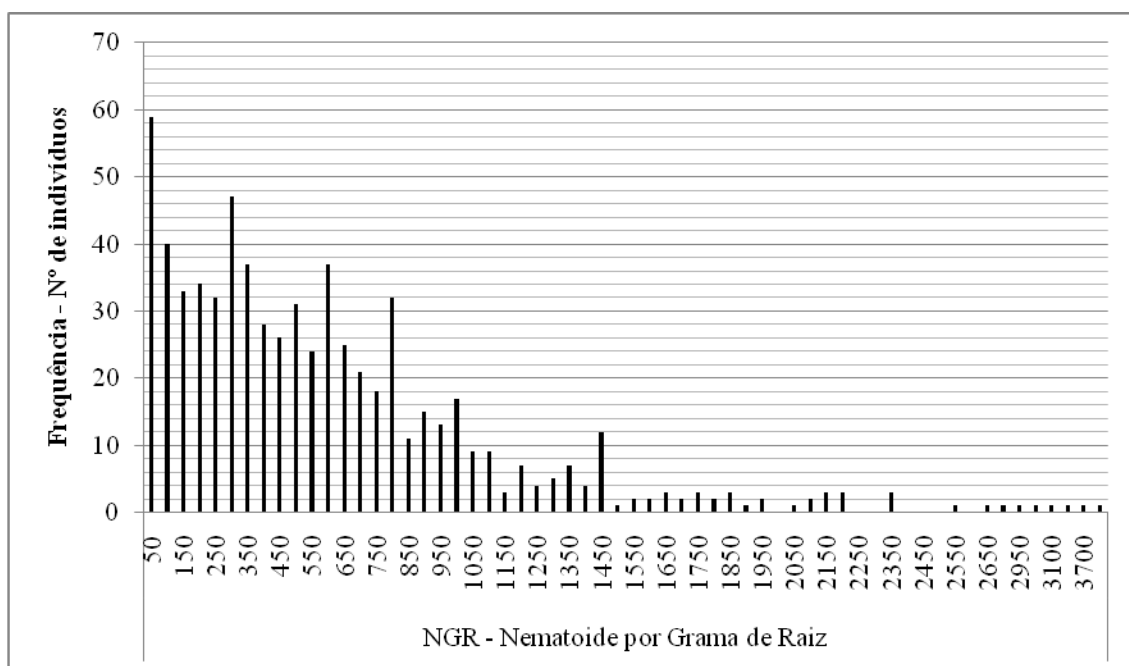


FIGURA 27. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter NGR – Nematode por Grama de Raiz.

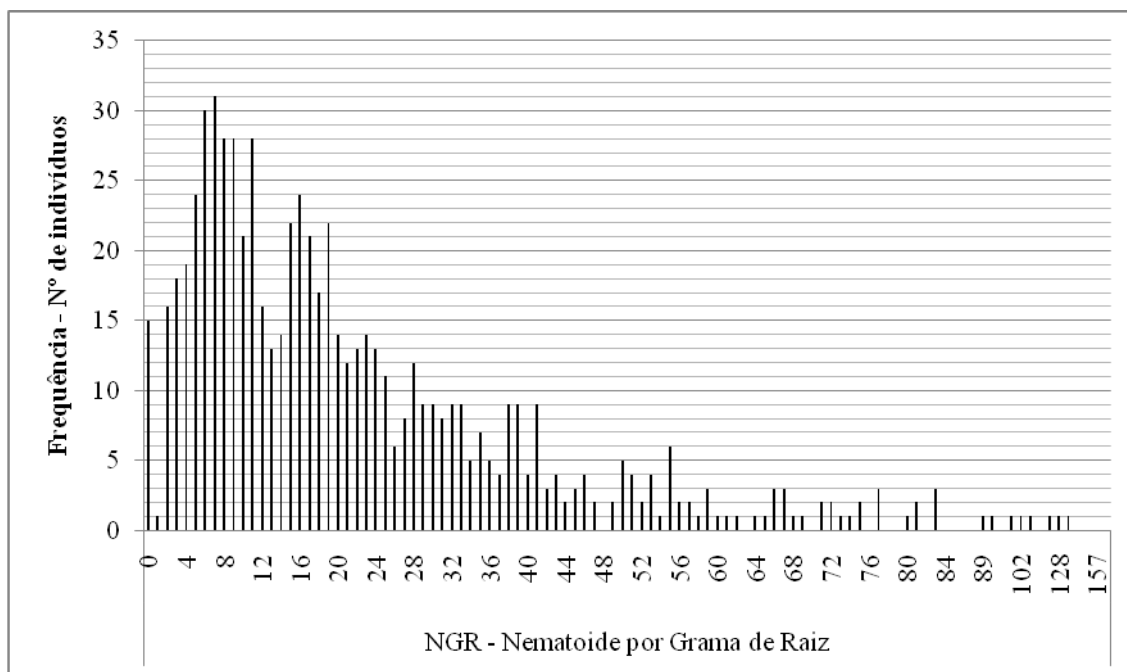


FIGURA 28. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_{2:3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter NGR – Nematode por Grama de Raiz.

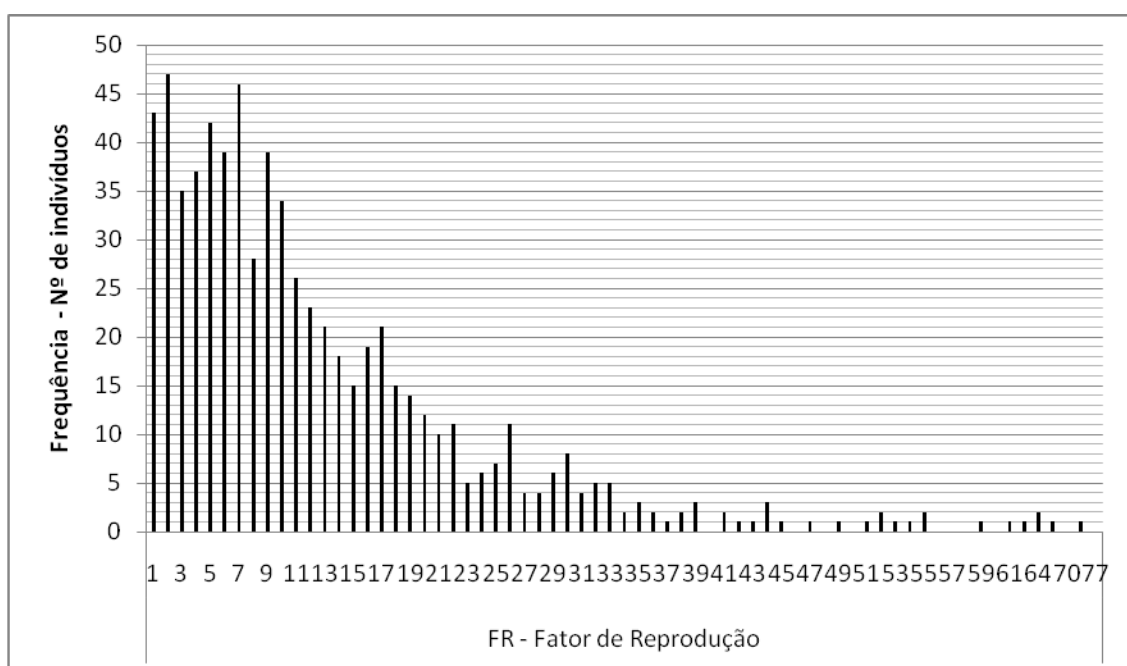


FIGURA 29. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_{2:3} do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.

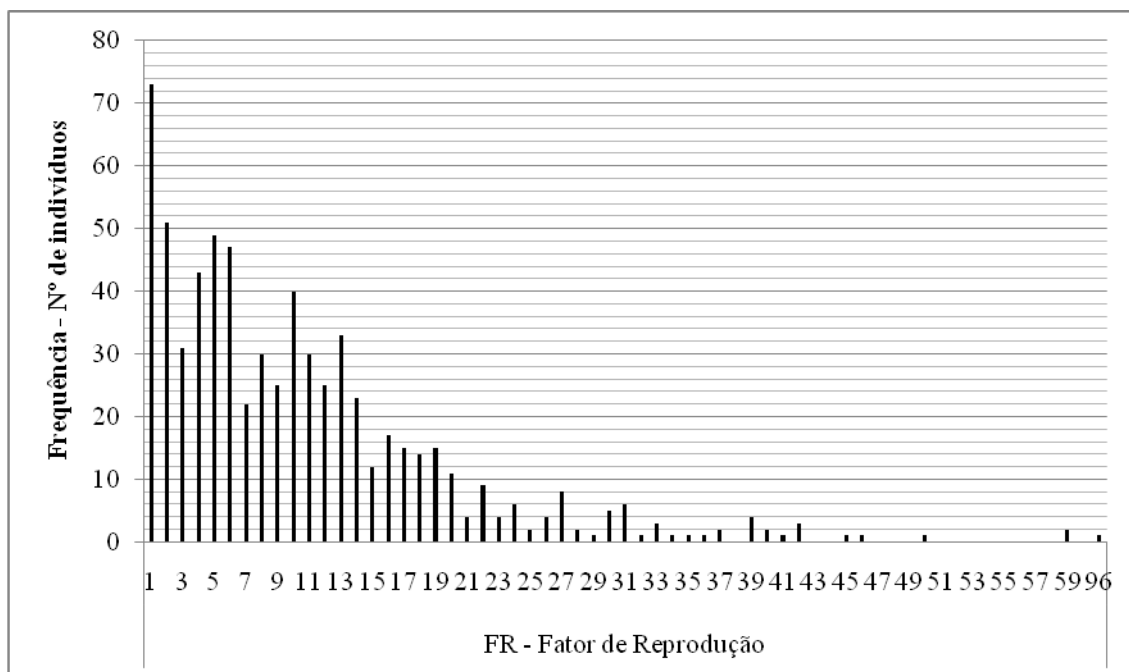


FIGURA 30. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_{2:3} do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter FR – Fator de Reprodução.

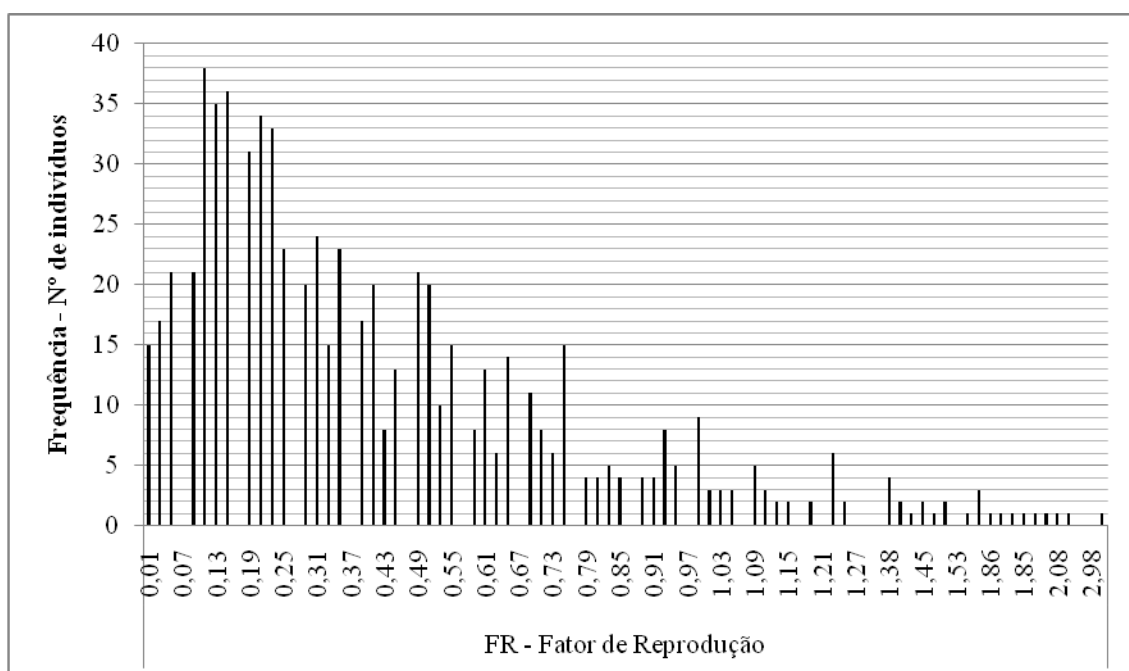


FIGURA 31. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração F_{2:3} do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter FR – Fator de Reprodução.

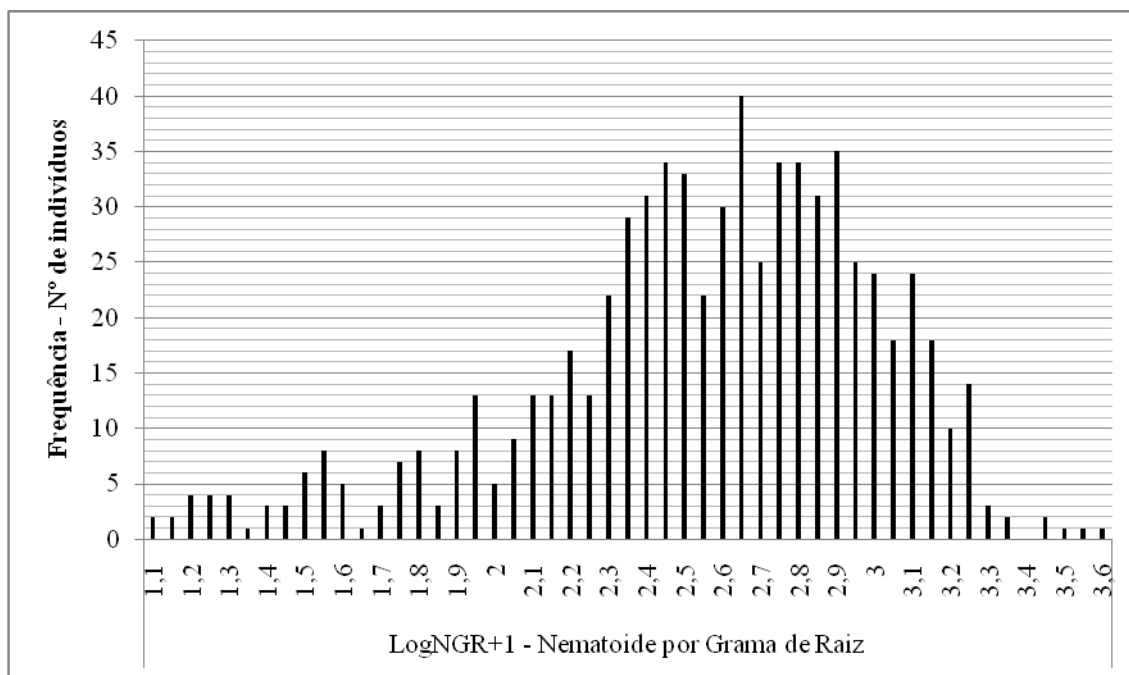


FIGURA 32. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

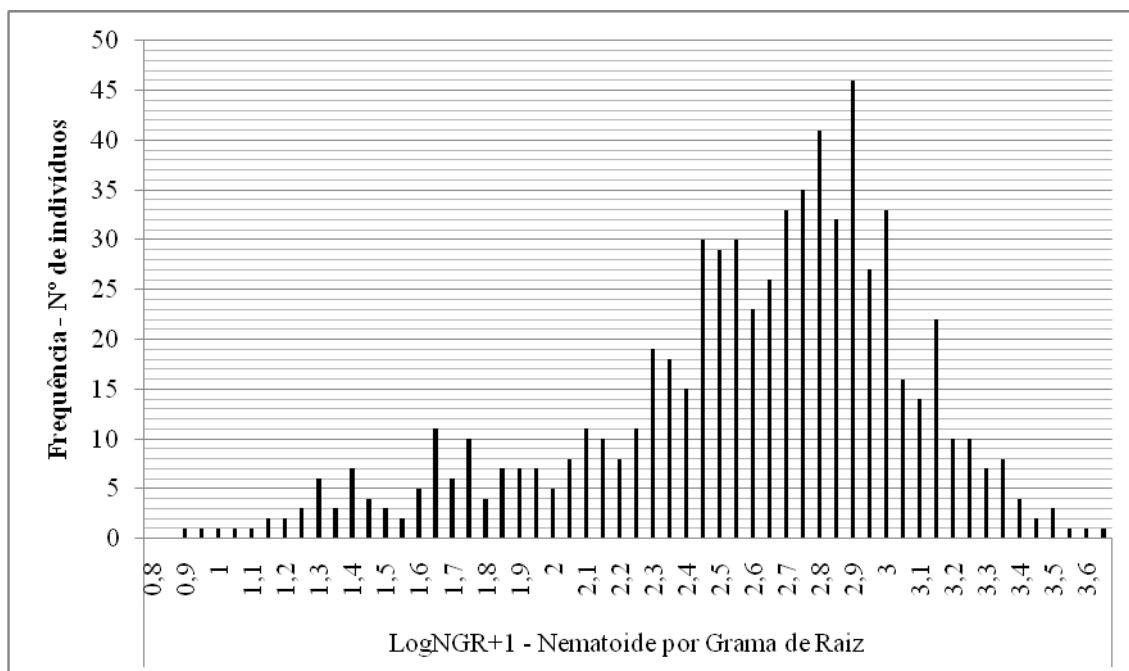


FIGURA 33. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

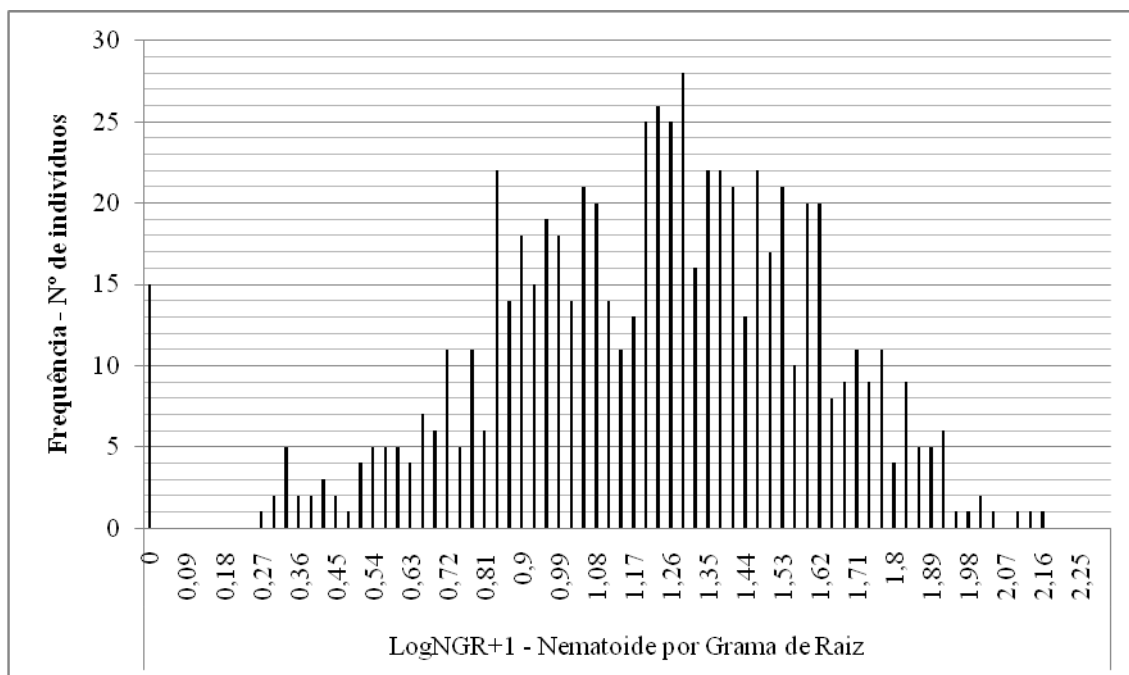


FIGURA 34. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogNGR+1 – Nematode por Grama de Raiz dos dados transformados para LogX+1.

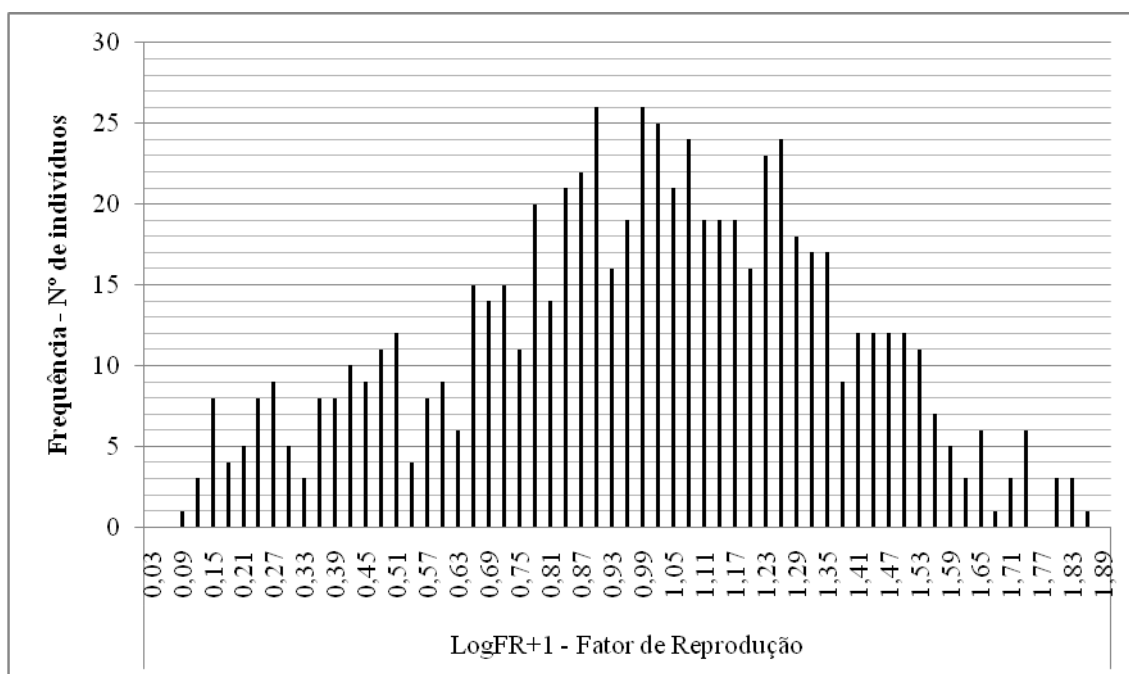


FIGURA 35. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.

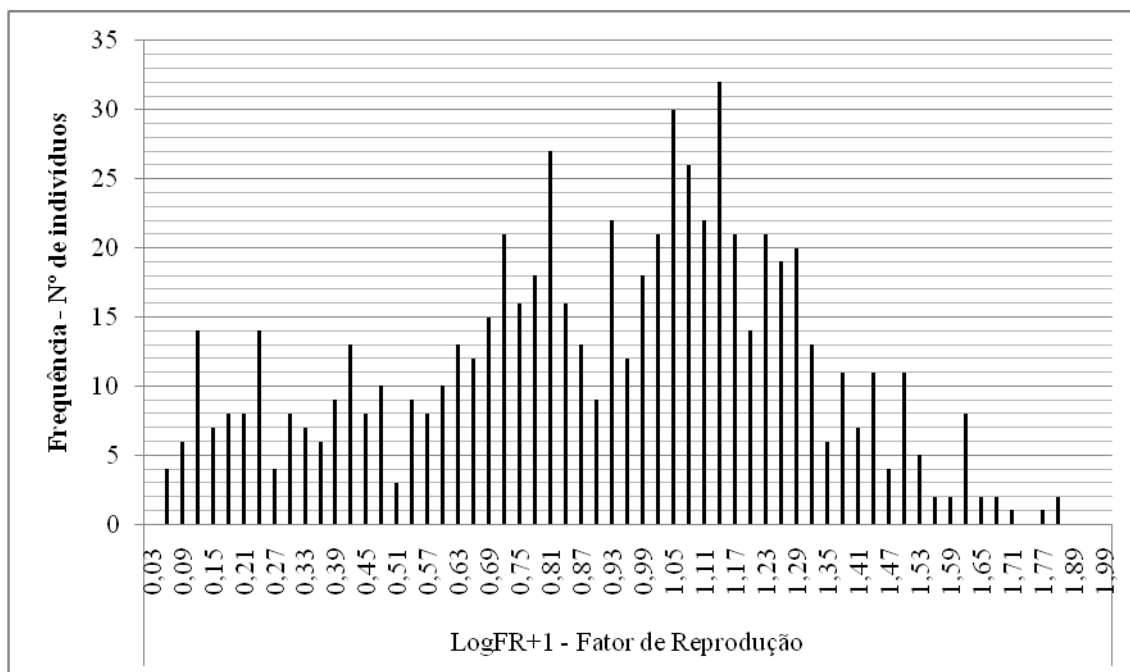


FIGURA 36. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Forrest e BR96-25619 do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1.

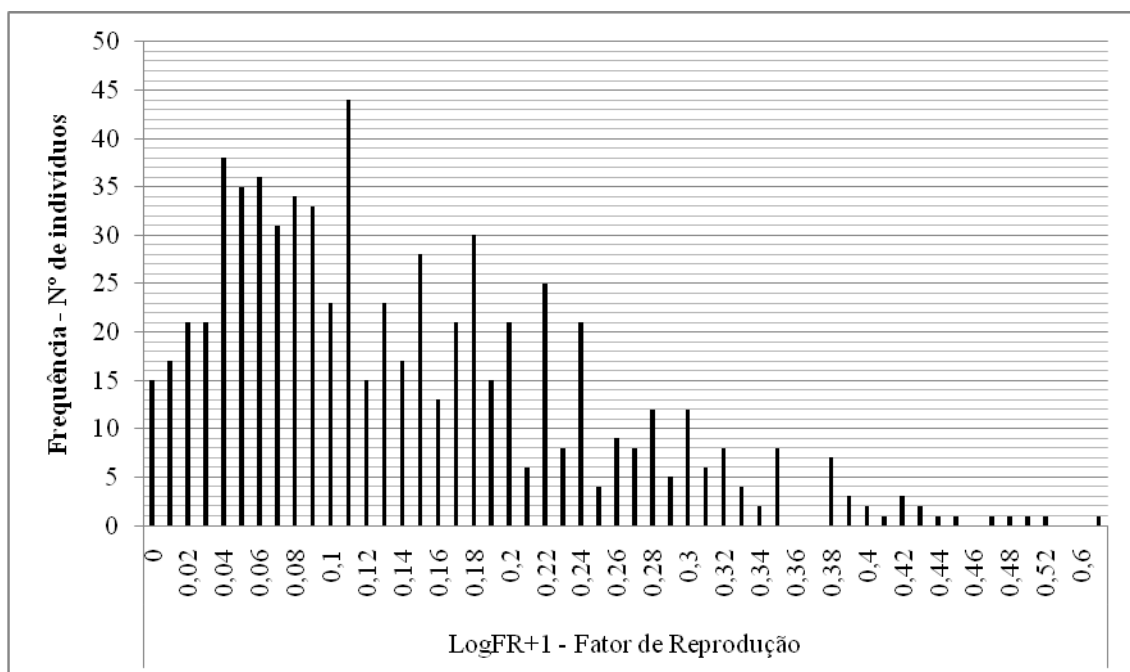


FIGURA 37. Distribuição de frequência do número de indivíduos da geração $F_{2:3}$ do cruzamento entre Custer e Forrest do caráter LogFR+1 – Fator de Reprodução dos dados transformados para LogX+1

5 CONCLUSÕES

Há predominância dos efeitos genéticos aditivos [d] para a reação de resistência ao nematoide reniforme.

Maiores ganhos genéticos são esperados no cruzamento Custer x BR96-25619 que apresentou herdabilidade em torno de 40%, em detrimento aos outros dois cruzamentos estudados.

Os efeitos genéticos de dominância [h] estão presentes na determinação do caráter e sempre no sentido de aumento da média que corresponde à suscetibilidade.

A interação entre genes não alélicos, epistasia [i], indica a existência de pelo menos dois genes controlando o caráter para a resistência e que os mesmos estão interagindo.

A distribuição normal contínua das frequências do número de indivíduos em diversas classes de resistência, nos dois caracteres avaliados, demonstram que a resistência ao nematoide reniforme tem herança quantitativa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUDELO, P.; ROBBINS, R. T.; STEWART, J. M.; BELL, A. Histological observations of *Rotylenchulus reniformis* on *Gossypium longicalyx* and interspecific cotton hybrids. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 37, n. 4, p. 444-447, Dec. 2005.
- ASMUS, G. L. Evolução da ocorrência de *Rotylenchulus reniformis* em Mato Grosso do Sul, durante o quinquênio 2001/2005. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 221-222. (Embrapa Soja. Documentos, 257).
- ASMUS, G. L. Reação de genótipos de soja ao nematoide reniforme. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 69-71, jan./fev.2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-56762008000100012&script=sci_arttext>. Acesso em: 4 maio 2009.
- ASMUS, G. L.; RICHETTI, A. **Rotação de culturas para o manejo do nematoide reniforme em algodoeiro**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 28 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 55).
- ASMUS, G. L.; RODRIGUES, E.; ISENBERG, K. Danos em soja e algodão associados ao nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. [**Anais...**]. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 169.
- ASMUS, G. L.; SCHIRMANN, M. R. Reação de cultivares de soja recomendadas no Mato Grosso do Sul ao nematoide reniforme. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 28, n. 2, p. 239-240, dez. 2004.
- BARKER, K. R. Introduction. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 1-20.
- CARDOSO, P. C.; ASMUS, G. L.; HEINZ, R.; MELO, C. L. P. de. Reação de cultivares e linhagens promissoras de soja ao nematoide reniforme. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. **O melhoramento e os novos cenários da agricultura: anais**. Vitória: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas: INCAPER, 2009. 1 CD-ROM. (INCAPER. Documentos, 11).
- CASTER, W. W. Resistance and resistant reaction of *Gossypium arboreum* to the reniform nematode. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 13, n. 3, p. 368-374, July 1981.
- CECON, P. R.; GRAVINA, G. A.; MARTINS FILHO, S.; SEDIYAMA, C. S. Efeito da transformação de dados na significância de parâmetros genéticos estimados pelo método de Mather & Jinks. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 10.; REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO

BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 48., 2003, Lavras. **Resumos expandidos...** Lavras: UFLA, 2003. 1 CD-ROM.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos: safra 2010/2011: quinto levantamento: fevereiro/2011. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 22 fev. 2011.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue.** Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77 p.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa.** Viçosa, MG: UFV, 2010. 394 p.

DIAS, W. P.; CAMPOS, V. P.; ARIAS, C. A. A.; KIIHL, R. A. S.; TOLEDO, J. F. F. Genetic control in soybean of resistance to soybean cyst nematode race 4+. **Euphytica**, Wageningen, v. 145, n. 3, p. 321-329, Oct. 2005.

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. de S. **Nematoides em soja:** identificação e controle. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 8 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 76).

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. **Introduction to quantitative genetics.** 4th ed. Harlow: Longman Group, 1996. 464 p.

GRAVINA, G. A.; CECON, P. R.; MARTINS FILHO, S.; SEDIYAMA, C. S. Transformação de dados nas estimativas de parâmetros genéticos da resistência dos cultivares de soja Uberaba e Bossier à *Cercospora sojina* Hara. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 51, n. 294, p. 215-225, mar./abr. 2004.

HA, B.-K.; ROBBINS, R. T.; HAN, F.; HUSSEY, R. S.; SOPER, J. F.; BOERMA, H. R. SSR mapping and confirmation of soybean QTL from PI 437654 conditioning resistance to reniform nematode. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 4, p. 1336-1343, July/Aug. 2007.

HARVILLE, B. G.; GREEN, A.; BIRCHFIELD, W. Genetic resistance to reniform nematodes in soybeans. **Plant Disease**, St. Paul, v. 69, n. 7, p. 587-589, July 1985.

HEALD, C. M.; THAMES, W. H. The reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. In: RIGGS, R. D. **Nematology in the Southern Region of the United States.** Fayetteville: Arkansas Experiment Station, 1982. p. 139-143. (Southern Cooperative Series. Bulletin, 276).

LEDO, F. J. S.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; LEDO, C. A. S. Análise genética em um dialelo de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 493-499, mar. 2001.

LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas.** 6. ed. rev. e ampl. São Paulo: Nobel, 1981. 314 p.

MANSUR, L. M.; CARRIQUIRY, A. L.; RAO-ARELLI, P. Generation mean analysis of resistance to race 3 of soybean cyst nematode. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 6, p. 1249-1253, Nov./Dec. 1993.

MATHER, F. R. S.; JINKS, R. F. S. **Introdução à genética biométrica**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 390 p.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Biometrical genetics**. 3rd ed. London: Chapman and Hall, 1982. 396 p.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematode and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 1-46, 1966.

REBOIS, R. V.; MADDEN, P. A.; ELDRIDGE, B. J. Some ultrastructural changes induced in resistant and susceptible soybean roots following infection by *Rotylenchulus reniformis*. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 7, n. 2, p. 122-139, Apr. 1975.

ROBBINS, R. T.; RAKES, L. Resistance to the reniform nematode in selected soybean cultivars and germplasm lines. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 28, n. 4S, p. 612-615, Dec. 1996.

ROBBINS, R. T.; SHIPE, E. R.; RAKES, L.; JACKSON, L. E.; GBUR, E. E., DOMBEK, D. G. Host suitability of soybean cultivars and breeding lines to reniform nematodes in tests conducted in 2001. **Journal of Nematology**, St. Paul, v. 34, n. 4, p. 378-383, Dec. 2002.

ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. **Nematropica**, Auburn, v. 27, n. 2, p. 127-180, Dec. 1997.

ROWE, K. E.; ALEXANDER, W. L. Computations for estimating the genetic parameters in joint-scaling tests. **Crop Science**, Madison, v. 20, n. 1, p. 109-110, Jan./Feb. 1980.

SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (Ed). **An advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh: North Carolina State University, 1985. p. 193-213.

SEINHORST, J. W. The relation between nematode density and damage to plants. **Nematologica**, Leiden, v. 11, n. 1, p. 137-154, 1965.

SILVA, J. F. V. Problemas fitossanitários da soja no Brasil, com ênfase em nematoides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 21., 1998, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1998. p. 16-20.

SILVA, J. F. V.; FERRAZ, L. C. B. C.; ARIAS, C. A. A.; ABDELNOOR, R. V. Identificação de marcadores moleculares de microsatélites associados à resistência de genótipos de soja a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 79-83, jun. 2001.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1997. 666 p.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225 p. (Embrapa Soja: Sistemas de produção, 11).

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2011. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255 p. (Embrapa Soja: Sistemas de produção, 14).

TOLEDO, J. F. F. de. Programa de computador para estimar parâmetros genéticos, componentes de médias e variâncias, pelo método dos quadrados mínimos ponderados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 7, p. 1023-1039, jul. 1991.

TOLEDO, J. F. F. de; KIIHL, R. A. de S. Método de análise dialética do modelo genético em controle das características dias para floração e número de folhas trifolioladas em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 5, p. 745-755, maio 1982.

WILLIAMS, C.; GILMAN, D. F.; FONTENOT, D. S.; BIRCHFIELD, W. Inheritance to the reniform nematode in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 1, p. 93-94, Jan./Feb. 1981.

YORINORI, J. T. Controle integrado das principais doenças da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 203-221.

YORINORI, J. T. Situação atual das doenças potenciais do Cone Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2.; MERCOSOJA, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. 379 p. (Embrapa Soja. Documentos, 180).

7 ANEXOS

A. Estádios de desenvolvimento da soja. Escala adaptada de FEHR e CAVINESS (1977), associada ao detalhamento do estágio R5* proposto por RITCHIE et al. (1977).

Período	Estádio	Descrição
Vegetativo	VE	Cotilédone acima da superfície do solo
	VC	Cotilédones completamente abertos
	V1	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas ¹
	V2	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida
	V3	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida
	Vn	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida
Reprodutivo	R1	Início do florescimento – Uma flor aberta em qualquer nó do caule ²
	R2	Florescimento pleno – Uma flor aberta num dos 2 últimos nós ³ do caule com folha completamente desenvolvida
	R3	Início da formação da vagem – Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós ³ do caule com folha completamente desenvolvida
	R4	Vagem completamente desenvolvida – Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós ³ do caule com folha completamente desenvolvida
	R5	Início do enchimento do grão – Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós ³ do caule, com folha completamente desenvolvida
	Subdivisões do estágio R5*	• R5.1 – grãos perceptíveis ao tato (equivalente a 10% da granação); • R5.2 – 11% a 25% da granação; • R5.3 – 26% a 50% da granação; • R5.4 – 51% a 75% da granação; • R5.5 – 76% a 100% da granação.
	R6	Grão cheio ou completo – vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós ³ do caule, com folha completamente desenvolvida
	R7	Início da maturação – Uma vagem normal no caule com coloração de madura
	R8	Maturação plena – 95% das vagens com coloração de madura

Obs: ¹ Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando as bordas dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.

² Caule significa a haste principal da planta.

³ A expressão “últimos nós” refere-se aos últimos nós superiores.

8 APÊNDICES

A. ANÁLISE QUÍMICA DO SUBSTRATO DOS VASOS

pH Água	pH CaCl ₂	P Mehlich (mg dm ³)	Al	Ca	Mg	H+Al	K	SB	CTC	CTCefetiva
----- (cmol _c dm ³) -----										
5,4	4,6	31,7	0,3	0,9	0,4	3,6	0,49	1,79	5,4	2,1

m	V	M.O	Cu	Fe	Mn	Zn
---- (%)	----	(g kg ⁻¹)	----- (mg dm ³) -----			
14	33	4,5	5,9	36,7	3,1	3,5

B. TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR - CASA DE VEGETAÇÃO

Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação na Embrapa Agropecuária Oeste, medidas por meio de termo-higrógrafo, durante o período de avaliação da resistência da soja à *R. reniformis*, nos três cruzamentos.

QUADRO 1. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 20 de novembro de 2007 a 11 de fevereiro de 2008, do cruzamento Custer x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
20/11/2007																									
21/11/2007																									
22/11/2007																									
23/11/2007																									
24/11/2007																									
25/11/2007																									
26/11/2007																									
27/11/2007																									
28/11/2007																									
29/11/2007																									
30/11/2007																									
1/12/2007																									
2/12/2007																									
3/12/2007																									
4/12/2007																									
5/12/2007									28	82	31	85	32	70	34	70	30	84	28	89	28	83	27	85	29,2
6/12/2007	27	85	27	85	26,5	85	27	85	29	76	30	76	33	63	34,5	67	36	58	29	75	29	80	28	80	29,9
7/12/2007	27	83	26	85	26	85	29	80	30	70	31	75	33	63	36	52	35	58	30	70	29	78	29	78	30
8/12/2007	29	78	29	80	29	83	29	83	31	75	30	70	36	62	38	56	32	70	30	85	29	90	28	87	31
9/12/2007	28	89	29	85	28	87	29	87	31	77	36	63	38	60	33	65	33	70	31	80	30	85	29,5	88	31,4
10/12/2007	29	87	29	87	29	87	29	87	33	73	36	60	.	.	34	60	31	75	31	82	29	80	29	81	31,2

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 1. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 20 de novembro de 2007 a 11 de fevereiro de 2008, do cruzamento Custer x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md* (°C)
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	
11/12/2007	29	85	29	85	28	87	29	87	29	87	29	88	29	82	28	85	28	85	28	84	28	88	28	88	28,4
12/12/2007	27	88	27	91	27	90	26	88	29	80	30	70	33	63	34	58	33	53	33	61	29	80	29	86	29,4
13/12/2007	28	85	28	85	28	84	28	83	28	75	29	75	30	73	32	65	32	62	32	65	28	80	28	83	28,8
14/12/2007	27	85	27	86	26	86	27	85	29	73	31	68	35	60	35	63	34	65	35	57	29	80	29	81	29,8
15/12/2007	28	84	27	85	27	85	27	84	29	76	33	63	36	52	36	55	35	58	31	65	29	77	29	77	30
16/12/2007	29	81	28	81	27	85	29	86	33	56	35	51	35	45	35	50	34	50	33	50	30	60	29	75	31,2
17/12/2007	30	75	29	76	29	80	28	84	34	55	35	62	38	50	37	50	38	60	32	70	30	80	29	85	32
18/12/2007	29	85	29	85	28	86	29	85	30	70	31	60	35	45	35	50	35	49	30	60	30	70	29	80	30,6
19/12/2007	28	81	26	85	25	85	25	85	34	46	39	40	35	44	35	45	34	55	30	61	29	70	26	75	31,2
20/12/2007	30	80	24	81	26	82	30	60	34	53	35	50	35	50	34	48	34	45	30	50	29	57	28	70	30,2
21/12/2007	26	78	25	80	24	80	23	73	33	50	37	53	34	51	33	50	32	50	31	50	29	55	28	65	30,4
22/12/2007	28	71	26	80	25	79	28	64	33	59	37	50	34	50	33	49	33	46	32	51	29	59	28	60	30,6
23/12/2007	29	70	27	75	26	80	29	65	33	58	40	45	36	50	36	77	27	45	35	58	30	65	30	70	31,8
24/12/2007	30	70	29	75	29	70	29	75	39	65	38	65	37	63	35	61	32	63	30	70	30	74	29	75	33,4
25/12/2007	28	80	27	85	27	70	26	66	37	55	37	55	37	55	36	55	34	57	32	70	29	75	29	78	31,8
26/12/2007	29	81	28	85	27	85	20	75	39	50	39	55	37	59	37	57	31	70	29	80	28	81	28	85	32,4
27/12/2007	28	85	28	85	28	86	21	76	40	49	35	60	37	60	31	75	34	63	31	75	30	75	29	85	32,2
28/12/2007	28	85	28	85	27	88	29	81	31	72	36	60	37	63	31	60	32	70	30	79	30	80	29	84	31
29/12/2007	28	85	28	86	27	86	30	76	36	60	41	51	39	57	32	65	39	69	30	73	30	80	30	85	32,8
30/12/2007	29	87	29	85	28	87	30	60	41	50	39	55	38	55	39	55	35	63	29	73	30	80	30	83	34
31/12/2007	29	85	28	85	28	85	30	75	32	79	39	77	34	77	29	75	29	77	29	77	29	80	28	85	31,4

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 1. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 20 de novembro de 2007 a 11 de fevereiro de 2008, do cruzamento Custer x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
1/1/2008	26	86	26	85	26	80	27	80	30	74	35	65	37	60	37	55	35	60	32	70	29	80	29	85	30,2
2/1/2008	28	87	27	88	27	88	26	85	33	62	37	50	35	56	35	56	30	77	33	68	28	84	26	85	30,4
3/1/2008	26	85	26	86	25	88	25	85	33	66	37	53	29	57	31	65	27	70	22	75	27	80	27	82	29,8
4/1/2008	26	85	26	86	26	87	25	88	25	86	30	60	36	45	36	46	33	53	30	75	27	85	27	84	28
5/1/2008	26	88	26	88	26	88	25	88	27	75	31	57	35	48	37	45	35	51	31	62	27	80	26	85	28,6
6/1/2008	26	85	26	85	26	86	26	87	30	60	35	39	37	42	31	43	31	41	32	50	27	70	27	75	29,4
7/1/2008	26	82	26	85	25	86	24	85	30	51	37	40	40	45	39	50	35	46	30	50	28	50	27	50	30
8/1/2008	27	49	27	43	28	45	29	46	34	46	38	42	37	45	37	46	33	48	31	50	27	52	27	52	30,6
9/1/2008	26	53	26	52	25	60	27	60	34	48	37	45	35	46	34	50	33	47	31	55	28	70	27	74	30,4
10/1/2008	27	74	27	71	26	68	29	55	35	52	37	45	36	45	36	52	36	47	31	56	29	50	27	51	31,2
11/1/2008	27	52	27	54	26	56	27	58	35	54	36	45	37	40	29	72	27	81	28	84	27	86	26	86	30,4
12/1/2008	25	85	26	86	26	86	27	85	30	74	31	70	32	65	35	55	28	80	27	80	27	85	27	87	28,8
13/1/2008	27	87	26	87	26	86	27	86	29	65	35	60	38	48	36	45	35	55	30	65	28	83	28	83	29,8
14/1/2008	28	83	28	84	28	84	27	84	33	60	33	50	34	43	36	47	35	52	32	60	28	75	27	84	30,4
15/1/2008	27	85	26	85	28	86	29	85	28	70	32	57	34	50	36	47	35	56	32	67	27	83	27	85	28,8
16/1/2008	25	85	25	85	26	83	27	72	27	65	32	52	31	52	35	50	34	50	32	63	28	83	26	86	28,6
17/1/2008	26	85	25	85	26	87	28	70	32	53	37	45	36	48	32	50	28	80	28	83	27	85	28	85	29,6
18/1/2008	26	88	26	88	26	89	27	87	32	60	36	43	37	47	37	48	37	47	30	72	28	78	28	85	30,2
19/1/2008	26	86	26	85	26	86	27	84	30	65	37	47	34	58	32	62	29	70	27	75	27	83	26	85	29,4
20/1/2008	25	86	25	87	25	87	26	85	32	58	31	65	28	79	28	84	28	78	28	74	27	87	26	87	28,6
21/1/2008	26	87	26	87	25	88	26	88	30	80	36	78	31	77	30	75	33	70	27	65	26	60	25	61	28,6

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 1. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 20 de novembro de 2007 a 11 de fevereiro de 2008, do cruzamento Custer x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
22/1/2008	25	63	25	65	25	65	25	60	29	51	31	46	34	43	32	51	31	55	28	68	27	75	26	76	28,4
23/1/2008	25	80	25	80	23	80	25	81	27	60	30	53	32	60	36	45	33	55	30	65	30	76	29	80	29,2
24/1/2008	28	82	27	83	26	83	27	80	32	55	35	43	36	47	33	55	34	55	31	57	29	83	29	81	30,4
25/1/2008	29	80	28	80	28	83	29	80	31	68	32	55	36	55	32	60	33	60	31	80	29	84	29	85	30,6
26/1/2008	29	85	28	85	28	85	28	83	30	75	32	60	32	60	34	60	30	75	29	80	29	85	28	85	30
27/1/2008	28	85	28	85	27	85	26	85	28	80	29	75	31	65	31	68	30	70	29	80	27	85	27	85	28
28/1/2008	27	85	27	85	26	85	26	85	30	68	32	55	32	60	32	60	32	65	30	72	29	82	27	85	29,2
29/1/2008	27	85	27	85	27	86	26	86	29	76	31	63	32	53	35	55	34	73	30	82	29	86	28	87	29,6
30/1/2008	27	87	26	87	26	87	27	87	29	70	32	34	33	48	32	46	28	55	27	66	25	80	24	83	27,4
31/1/2008	24	87	24	87	23	88	25	88	33	42	33	40	34	43	35	39	34	40	29	55	25	70	25	73	28,2
1/2/2008	24	80	24	80	23	80	25	70	33	40	37	35	35	37	31	43	30	47	32	63	25	68	25	73	28,8
2/2/2008	25	75	25	77	23	80	25	65	30	40	36	37	34	40	34	42	31	45	26	60	25	67	24	75	27,8
3/2/2008	23	83	22	85	22	85	25	60	32	40	36	36	39	40	33	42	35	40	33	43	27	55	25	66	29,4
4/2/2008	23	75	22	81	21	83	22	62	38	37	28	42	35	41	34	40	31	44	28	53	28	50	25	63	30
5/2/2008	23	77	22	82	22	85	25	65	34	34	35	47	33	48	34	46	31	47	27	63	24	81	23	84	27,8
6/2/2008	22	79	22	80	21	80	25	70	32	37	36	34	33	42	33	43	31	45	26	65	25	75	24	83	27,8
7/2/2008	24	84	23	81	23	83	22	86	33	42	37	40	35	42	34	41	28	50	26	65	24	75	23	80	28,2
8/2/2008	22	85	22	85	22	87	28	80	34	40	39	33	34	43	34	44	31	45	26	60	25	76	25	74	29
9/2/2008	25	80	24	85	23	86	27	80	31	50	37	43	34	47	30	47	26	67	25	80	24	84	23	85	27,8
10/2/2008	23	85	23	87	24	86	25	86	25	80	26	73	31	55	32	55	26	65	25	83	24	85	23	85	25,6
11/2/2008	23	87	23	87	24	88	26	88	26	83	26	73	28	62	26	60	28	67	33	75	30	85	23	87	28,4

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

Média das T md do período = 30 °C

QUADRO 2. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 4 de janeiro e 28 de março de 2008, do cruzamento Forrest x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
4/1/2008	26	85	26	86	26	87	25	88	25	86	30	60	36	45	36	46	33	53	30	75	27	85	27	84	28
5/1/2008	26	88	26	88	26	88	25	88	27	75	31	57	35	48	37	45	35	51	31	62	27	80	26	85	28,8
6/1/2008	26	85	26	85	26	86	26	87	30	60	35	39	37	42	31	43	31	41	32	50	27	70	27	75	29,4
7/1/2008	26	82	26	85	25	86	24	85	30	51	37	40	40	45	39	50	35	46	30	50	28	50	27	50	30
8/1/2008	27	49	27	43	28	45	29	46	34	46	38	42	37	45	37	46	33	48	31	50	27	52	27	52	30,6
9/1/2008	26	53	26	52	25	60	27	60	34	48	37	45	35	46	34	50	33	47	31	55	28	70	27	74	30,4
10/1/2008	27	74	27	71	26	68	29	55	35	52	37	45	36	45	36	52	36	47	31	56	29	50	27	51	31,2
11/1/2008	27	52	27	54	26	56	27	58	35	54	36	45	37	40	29	72	27	81	28	84	27	86	26	86	30,4
12/1/2008	25	85	26	86	26	86	27	85	30	74	31	70	32	65	35	55	28	80	27	80	27	85	27	87	28,8
13/1/2008	27	87	26	87	26	86	27	86	29	65	35	60	38	48	36	45	35	55	30	65	28	83	28	83	29,8
14/1/2008	28	83	28	84	28	84	27	84	33	60	33	50	34	43	36	47	35	52	32	60	28	75	27	84	30,4
15/1/2008	27	85	26	85	28	86	29	85	28	70	32	57	34	50	36	47	35	56	32	67	27	83	27	85	28,8
16/1/2008	25	85	25	85	26	83	27	72	27	65	32	52	31	52	35	50	34	50	32	63	28	83	26	86	28,6
17/1/2008	26	85	25	85	26	87	28	70	32	53	37	45	36	48	32	50	28	80	28	83	27	85	28	85	29,6
18/1/2008	26	88	26	88	26	89	27	87	32	60	36	43	37	47	37	48	37	47	30	72	28	78	28	85	30,2
19/1/2008	26	86	26	85	26	86	27	84	30	65	37	47	34	58	32	62	29	70	27	75	27	83	26	85	29,4
20/1/2008	25	86	25	87	25	87	26	85	32	58	31	65	28	79	28	84	28	78	28	74	27	87	26	87	28,6
21/1/2008	26	87	26	87	25	88	26	88	30	80	36	78	31	77	30	75	33	70	27	65	26	60	25	61	28,4
22/1/2008	25	63	25	65	25	65	25	60	29	51	31	46	34	43	32	51	31	55	28	68	27	75	26	76	28,4
23/1/2008	25	80	25	80	23	80	25	81	27	60	30	53	32	60	36	45	33	55	30	65	30	76	29	80	29,2
24/1/2008	28	82	27	83	26	83	27	80	32	55	35	43	36	47	33	55	34	55	31	57	29	83	29	81	30,4

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 2. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 4 de janeiro e 28 de março de 2008, do cruzamento Forrest x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
25/1/2008	29	80	28	80	28	83	29	80	31	68	32	55	36	55	32	60	33	60	31	80	29	84	29	85	30,6
26/1/2008	29	85	28	85	28	85	28	83	30	75	32	60	32	60	34	60	30	75	29	80	29	85	28	85	30
27/1/2008	28	85	28	85	27	85	26	85	28	80	29	75	31	65	31	68	30	70	29	80	27	85	27	85	28
28/1/2008	27	85	27	85	26	85	26	85	30	68	32	55	32	60	32	60	32	65	30	72	29	82	27	85	29,2
29/1/2008	27	85	27	85	27	86	26	86	29	76	31	63	32	53	35	55	34	73	30	82	29	86	28	87	29,8
30/1/2008	27	87	26	87	26	87	27	87	29	70	32	34	33	48	32	46	28	55	27	66	25	80	24	83	27,2
31/1/2008	24	87	24	87	23	88	25	88	33	42	33	40	34	43	35	39	34	40	29	55	25	70	25	73	28,2
1/2/2008	24	80	24	80	23	80	25	70	33	40	37	35	35	37	31	43	30	47	32	63	25	68	25	73	28,6
2/2/2008	25	75	25	77	23	80	25	65	30	40	36	37	34	40	34	42	31	45	26	60	25	67	24	75	27,8
3/2/2008	23	83	22	85	22	85	25	60	32	40	36	36	39	40	33	42	35	40	33	43	27	55	25	66	29,4
4/2/2008	23	75	22	81	21	83	22	62	38	37	28	42	35	41	34	40	31	44	28	53	28	50	25	63	30
5/2/2008	23	77	22	82	22	85	25	65	34	34	35	47	33	48	34	46	31	47	27	63	24	81	23	84	27,8
6/2/2008	22	79	22	80	21	80	25	70	32	37	36	34	33	42	33	43	31	45	26	65	25	75	24	83	27,8
7/2/2008	24	84	23	81	23	83	22	86	33	42	37	40	35	42	34	41	28	50	26	65	24	75	23	80	28
8/2/2008	22	85	22	85	22	87	28	80	34	40	39	33	34	43	34	44	31	45	26	60	25	76	25	74	29
9/2/2008	25	80	24	85	23	86	27	80	31	50	37	43	34	47	30	47	26	67	25	80	24	84	23	85	27,8
10/2/2008	23	85	23	87	24	86	25	86	25	80	26	73	31	55	32	55	26	65	25	83	24	85	23	85	25,6
11/2/2008	23	87	23	87	24	88	26	88	26	83	26	73	28	62	26	60	28	67	33	75	30	85	23	87	28,4
12/2/2008	22	87	21	87	21	86	24	75	30	42	32	40	28	48	30	50	27	55	26	69	26	75	29	80	27
13/2/2008	23	84	22	85	22	85	28	70	29	40	35	33	31	40	32	44	30	46	26	72	26	74	26	82	27,6
14/2/2008	25	85	24	86	24	86	25	68	34	40	36	38	35	37	36	41	31	51	26	68	26	72	26	75	29,2

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 2. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 4 de janeiro e 28 de março de 2008, do cruzamento Forrest x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
15/2/2008	25	75	24	80	25	84	29	85	33	40	36	34	33	43	32	46	30	47	27	60	25	71	25	73	28,6
16/2/2008	25	79	25	82	25	84	25	63	31	42	36	42	33	45	32	45	31	48	27	58	26	73	25	79	28,8
17/2/2008	25	83	24	81	24	80	26	70	33	40	38	40	34	43	32	47	33	46	29	61	26	79	26	77	29,4
18/2/2008	25	80	24	85	24	85	23	87	35	45	35	38	36	42	36	40	31	68	26	73	26	78	25	81	29,2
19/2/2008	24	83	24	82	24	82	25	83	25	80	30	60	34	50	33	47	30	55	26	80	25	85	24	85	26,6
20/2/2008	24	87	24	87	24	87	25	86	33	40	35	43	31	52	35	45	26	67	26	75	25	80	25	85	28,4
21/2/2008	25	85	24	86	23	87	24	87	33	42	36	53	34	39	31	58	28	73	25	79	25	83	26	85	28,4
22/2/2008	26	85	27	86	27	86	27	64	29	68	34	48	32	50	29	58	26	80	24	84	23	85	24	86	26,4
23/2/2008	24	87	23	86	24	86	26	85	27	55	29	58	26	57	32	55	31	65	25	76	24	82	24	85	26
24/2/2008	24	86	25	87	25	87	26	74	28	50	30	50	33	48	32	55	27	69	25	79	25	81	25	80	27
25/2/2008	24	87	24	87	25	88	28	72	36	50	36	38	33	51	32	54	28	65	26	80	25	60	25	80	29,2
26/2/2008	24	82	24	82	23	83	25	80	26	75	32	65	31	52	27	74	26	77	25	84	25	85	24	87	26,2
27/2/2008	24	87	24	86	25	87	26	81	27	69	31	56	27	64	27	69	26	74	25	82	25	85	24	78	26,4
28/2/2008	24	83	23	84	23	84	24	83	30	60	31	57	31	58	30	58	26	78	25	80	25	85	24	84	26,8
29/2/2008	23	85	23	86	23	87	25	83	29	68	28	63	29	57	30	55	28	55	25	66	23	76	22	80	25,4
1/3/2008	23	80	23	83	23	85	29	60	30	52	30	55	29	51	29	46	26	55	25	70	24	72	23	86	26,2
2/3/2008	23	81	21	81	21	82	29	55	31	49	30	46	30	45	30	41	28	45	25	60	24	65	23	70	26,2
3/3/2008	21	75	21	80	21	80	27	55	31	50	31	49	30	45	30	40	28	50	25	56	25	62	23	70	26,6
4/3/2008	22	75	22	79	28	80	32	55	36	35	35	30	31	25	37	25	26	45	25	51	25	60	24	67	29
5/3/2008	22	75	21	75	24	80	28	55	32	45	28	47	28	46	28	46	26	50	24	60	24	70	22	76	26,6
6/3/2008	21	77	21	78	21	80	24	70	26	43	27	44	28	46	27	55	25	66	24	71	23	75	23	79	24,2

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 2. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 4 de janeiro e 28 de março de 2008, do cruzamento Forrest x BR96-25619. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md* (°C)
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	
7/3/2008	23	79	24	80	25	73	28	57	30	55	30	51	30	53	25	76	25	75	24	80	24	81	24	85	26,2
8/3/2008	24	86	24	85	25	84	28	64	28	61	30	61	27	70	25	75	25	76	24	81	24	85	24	85	26
9/3/2008	23	85	23	85	25	85	25	80	22	70	28	65	28	70	22	68	25	80	25	85	24	86	24	87	24
10/3/2008	24	87	24	87	28	70	29	61	29	61	28	69	25	80	26	65	25	77	25	85	24	86	24	86	26
11/3/2008	24	86	24	86	24	86	25	72	27	70	28	64	30	60	31	50	28	56	25	72	25	81	25	81	26,4
12/3/2008	25	85	24	85	24	86	25	80	30	55	24	71	30	65	29	56	28	55	21	65	25	75	24	80	26,2
13/3/2008	25	86	25	86	24	86	25	84	28	73	29	71	30	65	29	56	28	55	21	65	25	76	24	81	25,8
14/3/2008	20	81	21	83	20	85	20	86	29	56	30	60	30	64	26	61	25	63	24	80	28	80	23	84	27
15/3/2008	21	84	21	84	20	85	25	55	30	47	29	50	30	46	35	34	30	33	20	43	24	71	23	71	26,6
16/3/2008	21	75	21	79	20	80	21	60	31	41	34	36	36	33	35	30	30	35	25	60	24	60	23	66	27
17/3/2008	22	74	21	75	20	86	25	60	31	45	35	35	37	30	37	29	31	34	26	50	24	60	24	70	27,2
18/3/2008	23	75	22	77	22	80	25	60	31	35	35	35	38	29	37	27	29	41	25	53	24	65	24	73	27,8
19/3/2008	22	80	22	76	21	80	25	70	31	45	35	36	35	30	36	33	30	37	27	58	21	65	25	68	26
20/3/2008	24	75	24	77	24	79	24	77	26	64	31	65	35	39	33	40	28	57	25	75	24	83	24	87	26,6
21/3/2008	22	87	22	87	23	87	25	80	32	50	34	40	35	35	33	37	30	35	24	75	24	75	22	81	27,4
22/3/2008	21	85	21	86	21	86	28	65	36	40	39	34	40	29	33	33	27	55	25	70	24	71	23	85	29
23/3/2008	21	85	21	85	21	85	29	65	38	44	40	40	37	30	31	30	32	35	27	50	25	56	25	70	29,8
24/3/2008	25	75	24	80	23	81	30	60	36	40	38	33	39	32	36	29	32	35	29	50	26	60	25	65	30
25/3/2008	30	70	29	80	28	80	30	60	38	45	37	36	39	33	33	45	28	60	25	65	25	65	25	75	30,4
26/3/2008	25	80	24	83	23	83	25	60	32	50	33	50	34	54	32	50	28	60	28	60	22	65	23	70	26,4
27/3/2008	24	75	26	80	28	77	28	65	30	60	32	55	30	57	31	50	27	58	25	65	25	65	26	60	27,2
28/3/2008	25	65	26	73	25	80	25	62	31	60	31	53	30	55	27	70	25	75	24	83	23	85	24	87	26,2

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

Média das T md do período = 28 °C

QUADRO 3. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 23 de fevereiro e 14 de maio de 2008, do cruzamento Custer x Forrest. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
23/2/2008	24	87	23	86	24	86	26	85	27	55	29	58	26	57	32	55	31	65	25	76	24	82	24	85	26
24/2/2008	24	86	25	87	25	87	26	74	28	50	30	50	33	48	32	55	27	69	25	79	25	81	25	80	27
25/2/2008	24	87	24	87	25	88	28	72	36	50	36	38	33	51	32	54	28	65	26	80	25	60	25	80	29,2
26/2/2008	24	82	24	82	23	83	25	80	26	75	32	65	31	52	27	74	26	77	25	84	25	85	24	87	26,2
27/2/2008	24	87	24	86	25	87	26	81	27	69	31	56	27	64	27	69	26	74	25	82	25	85	24	78	26,4
28/2/2008	24	83	23	84	23	84	24	83	30	60	31	57	31	58	30	58	26	78	25	80	25	85	24	84	26,8
29/2/2008	23	85	23	86	23	87	25	83	29	68	28	63	29	57	30	55	28	55	25	66	23	76	22	80	25,4
1/3/2008	23	80	23	83	23	85	29	60	30	52	30	55	29	51	29	46	26	55	25	70	24	72	23	86	26,2
2/3/2008	23	81	21	81	21	82	29	55	31	49	30	46	30	45	30	41	28	45	25	60	24	65	23	70	26,2
3/3/2008	21	75	21	80	21	80	27	55	31	50	31	49	30	45	30	40	28	50	25	56	25	62	23	70	26,6
4/3/2008	22	75	22	79	28	80	32	55	36	35	35	30	31	25	37	25	26	45	25	51	25	60	24	67	29
5/3/2008	22	75	21	75	24	80	28	55	32	45	28	47	28	46	28	46	26	50	24	60	24	70	22	76	26,6
6/3/2008	21	77	21	78	21	80	24	70	26	43	27	44	28	46	27	55	25	66	24	71	23	75	23	79	24,2
7/3/2008	23	79	24	80	25	73	28	57	30	55	30	51	30	53	25	76	25	75	24	80	24	81	24	85	26,2
8/3/2008	24	86	24	85	25	84	28	64	28	61	30	61	27	70	25	75	25	76	24	81	24	85	24	85	26
9/3/2008	23	85	23	85	25	85	25	80	22	70	28	65	28	70	22	68	25	80	25	85	24	86	24	87	24
10/3/2008	24	87	24	87	28	70	29	61	29	61	28	69	25	80	26	65	25	77	25	85	24	86	24	86	26
11/3/2008	24	86	24	86	24	86	25	72	27	70	28	64	30	60	31	50	28	56	25	72	25	81	25	81	26,4
12/3/2008	25	85	24	85	24	86	25	80	30	55	24	71	30	65	29	56	28	55	21	65	25	75	24	80	26,2
13/3/2008	25	86	25	86	24	86	25	84	28	73	29	71	30	65	29	56	28	55	21	65	25	76	24	81	25,8
14/3/2008	20	81	21	83	20	85	20	86	29	56	30	60	30	64	26	61	25	63	24	80	28	80	23	84	27

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 3. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 23 de fevereiro e 14 de maio de 2008, do cruzamento Custer x Forrest. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md* (°C)
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	
15/3/2008	21	84	21	84	20	85	25	55	30	47	29	50	30	46	35	34	30	33	20	43	24	71	23	71	26,6
16/3/2008	21	75	21	79	20	80	21	60	31	41	34	36	36	33	35	30	30	35	25	60	24	60	23	66	27
17/3/2008	22	74	21	75	20	86	25	60	31	45	35	35	37	30	37	29	31	34	26	50	24	60	24	70	27,2
18/3/2008	23	75	22	77	22	80	25	60	31	35	35	35	38	29	37	27	29	41	25	53	24	65	24	73	27,8
19/3/2008	22	80	22	76	21	80	25	70	31	45	35	36	35	30	36	33	30	37	27	58	21	65	25	68	26
20/3/2008	24	75	24	77	24	79	24	77	26	64	31	65	35	39	33	40	28	57	25	75	24	83	24	87	26,6
21/3/2008	22	87	22	87	23	87	25	80	32	50	34	40	35	35	33	37	30	35	24	75	24	75	22	81	27,4
22/3/2008	21	85	21	86	21	86	28	65	36	40	39	34	40	29	33	33	27	55	25	70	24	71	23	85	29
23/3/2008	21	85	21	85	21	85	29	65	38	44	40	40	37	30	31	30	32	35	27	50	25	56	25	70	29,8
24/3/2008	25	75	24	80	23	81	30	60	36	40	38	33	39	32	36	29	32	35	29	50	26	60	25	65	30
25/3/2008	30	70	29	80	28	80	30	60	38	45	37	36	39	33	33	45	28	60	25	65	25	65	25	75	30,4
26/3/2008	25	80	24	83	23	83	25	60	32	50	33	50	34	54	32	50	28	60	28	60	22	65	23	70	26,4
27/3/2008	24	75	26	80	28	77	28	65	30	60	32	55	30	57	31	50	27	58	25	65	25	65	26	60	27,2
28/3/2008	25	65	26	73	25	80	25	62	31	60	31	53	30	55	27	70	25	75	24	83	23	85	24	87	26,2
29/3/2008	24	87	23	87	22	87	26	70	28	60	32	50	32	50	27	50	27	70	26	60	25	65	25	76	26,4
30/3/2008	24	82	23	82	23	85	26	65	29	55	30	50	31	51	29	53	28	55	26	68	25	75	24	82	26,6
31/3/2008	23	83	22	80	22	80	23	65	29	45	28	55	29	50	27	50	26	65	24	82	24	85	23	86	25,6
1/4/2008	22	87	22	85	22	86	23	80	26	55	27	50	28	60	27	65	25	62	25	75	25	80	24	86	25,2
2/4/2008	23	87	23	87	23	89	24	85	26	70	24	60	23	86	23	86	23	86	23	85	21	83	24	70	23
3/4/2008	26	50	28	43	28	41	28	40	27	37	26	37	25	34	28	45	26	33	24	55	22	67	21	73	24
4/4/2008	20	77	18	77	17	80	16	75	30	36	29	37	29	36	27	35	25	40	23	70	23	75	20	84	24,4

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 3. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 23 de fevereiro e 14 de maio de 2008, do cruzamento Custer x Forrest. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
5/4/2008	19	83	19	83	18	84	19	80	27	45	29	37	30	48	28	46	26	50	25	60	22	73	21	82	23,8
6/4/2008	20	83	20	84	19	85	21	80	28	55	29	50	30	49	29	50	27	55	25	60	23	80	22	85	24,6
7/4/2008	22	86	21	85	21	86	22	85	28	53	33	44	29	49	27	43	25	46	25	60	23	78	22	83	25,6
8/4/2008	22	85	22	86	20	85	23	80	28	70	29	53	29	44	28	45	28	47	25	60	24	75	23	80	25
9/4/2008	22	83	21	83	20	85	21	80	28	60	33	48	33	48	32	46	29	55	25	70	25	71	25	75	26,2
10/4/2008	24	85	24	86	23	83	23	73	26	63	34	50	33	50	33	50	30	53	26	73	25	80	25	80	26,6
11/4/2008	24	83	23	87	23	87	23	85	30	57	33	46	32	48	33	51	31	50	26	70	25	75	25	73	27,2
12/4/2008	24	81	24	85	23	87	24	83	31	62	34	46	32	45	32	46	30	50	25	70	25	70	25	71	27,6
13/4/2008	24	79	23	80	23	80	24	82	30	56	37	34	37	29	34	34	31	45	26	72	26	70	25	72	28,4
14/4/2008	24	80	24	80	24	82	22	80	21	86	24	70	24	70	23	72	22	70	20	75	18	76	18	76	19,8
15/4/2008	17	76	17	76	16	76	16	76	27	50	31	28	29	32	29	32	27	32	29	60	23	68	23	70	24
16/4/2008	22	74	21	76	21	77	21	80	23	75	25	66	26	65	26	60	25	65	24	80	22	83	21	85	22,8
17/4/2008	21	85	22	86	21	86	22	86	28	70	33	48	31	40	30	43	32	40	25	60	24	75	23	80	26
18/4/2008	23	82	22	83	21	85	22	86	25	75	36	42	36	33	30	50	27	60	24	80	22	80	22	85	25,2
19/4/2008	22	85	21	86	21	87	22	86	25	75	24	73	22	75	23	81	21	67	20	80	20	85	20	86	22
20/4/2008	20	87	19	87	20	86	20	86	22	80	23	80	28	55	26	55	22	65	21	80	20	85	20	85	21,8
21/4/2008	19	85	19	87	20	87	20	85	25	65	31	49	29	53	27	58	27	58	24	75	22	85	22	86	23,8
22/4/2008	22	86	21	86	20	86	22	80	26	68	32	48	31	49	28	50	28	50	24	82	22	85	22	85	24,4
23/4/2008	21	85	21	84	20	82	19	81	24	65	33	40	35	40	30	43	25	50	23	80	21	85	19	82	24
24/4/2008	19	81	19	81	19	81	21	55	26	55	31	40	36	30	32	40	24	50	23	82	21	82	20	82	24,6
25/4/2008	20	82	19	82	18	85	20	68	27	50	34	35	44	25	36	25	29	36	26	41	25	45	23	70	27,8

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

QUADRO 3. CONT. Temperatura (T °C), Umidade relativa do ar (UR %) e Temperatura média diária (T md °C) em Casa de Vegetação. Avaliação da resistência da soja à *R. reniformis* no período entre 23 de fevereiro e 14 de maio de 2008, do cruzamento Custer x Forrest. Dourados, MS, 2011.

Horário	00:00		02:00		04:00		06:00		08:00		10:00		12:00		14:00		16:00		18:00		20:00		22:00		T md*
Data	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	(°C)
26/4/2008	22	80	21	83	21	83	23	70	31	40	37	28	30	45	28	48	25	50	23	75	21	82	22	85	26,2
27/4/2008	21	85	20	86	20	85	23	65	28	55	33	45	36	40	29	55	29	50	24	78	24	80	23	85	26,4
28/4/2008	22	86	22	85	21	86	24	80	34	35	35	40	36	34	35	40	28	60	26	80	25	82	24	85	28,2
29/4/2008	23	87	23	87	22	87	24	80	29	63	29	63	27	75	24	75	25	75	23	82	22	80	20	80	24,4
30/4/2008	19	80	19	80	18	80	18	70	25	50	30	38	32	33	29	45	26	55	23	70	23	76	21	75	24,2
1/5/2008	21	77	20	79	20	78	20	81	22	72	25	58	27	55	26	60	23	73	20	78	17	76	17	77	20
2/5/2008	17	76	16	77	16	78	16	79	22	60	25	44	26	57	27	55	20	71	18	80	15	80	15	80	18,8
3/5/2008	14	80	14	79	14	82	15	86	22	67	24	62	28	52	25	55	21	66	18	81	18	82	17	85	20
4/5/2008	17	86	16	84	16	73	18	74	27	47	27	43	27	55	26	53	22	80	25	86	18	87	16	87	21,2
5/5/2008	16	87	16	88	15	81	16	75	27	48	31	31	31	33	29	32	28	36	19	83	16	81	15	80	21
6/5/2008	14	78	14	79	13	78	15	76	28	42	32	30	33	26	30	30	28	34	19	75	17	77	15	77	21,8
7/5/2008	15	76	15	77	14	77	15	76	27	41	27	40	28	42	26	41	28	46	22	75	21	83	21	84	22,2
8/5/2008	21	84	20	83	19	86	19	83	24	65	27	55	30	40	29	41	28	44	23	74	22	79	20	83	23,4
9/5/2008	18	84	18	82	17	83	16	81	26	51	28	37	33	34	33	33	31	50	22	82	21	83	20	85	23,4
10/5/2008	19	84	18	83	17	83	16	82	26	62	30	43	33	37	29	41	27	48	23	79	21	84	20	85	23,4
11/5/2008	20	85	20	85	20	85	19	87	26	73	29	43	30	37	31	38	27	50	22	79	21	82	20	83	23,6
12/5/2008	19	85	18	85	18	84	17	85	24	68	27	44	25	53	24	60	28	75	21	81	20	82	20	84	21,8
13/5/2008	19	85	19	84	18	84	18	85	23	71	32	52	29	37	28	40	24	48	21	83	19	86	18	86	22,2
14/5/2008	18	82	17	86	17	86	16	86	22	61	30	42	39	30	36	46	25	48	21	80	18	82	18	83	22,6

*T md (Temperatura média diária) = (T máx. + T mín. + T 08:00 + 2 (T 20:00))/5

Média das T md do período = 25,3 °C