

Rio Branco, AC / Janeiro, 2025



## Resistência genética de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* a *Meloidogyne javanica*

Rivaldalve Coelho Gonçalves<sup>(1)</sup>, Giselle Mariano Lessa de Assis<sup>(2)</sup> e Paulo Eduardo França de Macedo<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisador, Embrapa Acre, Rio Branco, AC. <sup>(2)</sup> Pesquisadora, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. <sup>(3)</sup> Analista, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

**Resumo** – O amendoim forrageiro é utilizado como planta forrageira, fixadora de nitrogênio, planta de cobertura, paisagismo e jardinagem. O objetivo geral deste trabalho foi estudar a resistência genética de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* ao nematoide *Meloidogyne javanica*. Os objetivos específicos foram estudar a interação de *A. pintoi* e *A. repens* com *Meloidogyne javanica*, classificar os genótipos quanto à resistência genética ao nematoide e selecionar plantas superiores em resistência genética e produção de biomassa fresca de forragem. Há variabilidade genética significativa na população quanto à resistência ao nematoide *Meloidogyne javanica*. Quinze genótipos de *A. pintoi* e *A. repens* foram altamente resistentes a *Meloidogyne javanica* raça 1 e cinco genótipos de *A. pintoi* foram altamente suscetíveis. No experimento de longa duração, sete genótipos de *A. pintoi* e um de *A. repens* foram altamente suscetíveis, dois acessos de *A. pintoi* foram classificados como moderadamente resistentes e dez como resistentes a *Meloidogyne javanica* de raça ni. Pelo índice de seleção, *A. pintoi* 'BRS Oquira' e *A. pintoi* Sv 5821 formaram o grupo de 10,00% superiores e selecionados quanto à resistência genética ao nematoide das galhas nas raízes e produção de biomassa fresca de forragem. *Arachis pintoi* 'BRS Oquira' foi o genótipo de maior desempenho.

**Termos para indexação:** nematose, nematoide das galhas nas raízes, amendoim forrageiro.

## Genetic resistance of *Arachis pintoi* and *Arachis repens* to *Meloidogyne javanica*

**Abstract** – Forage peanuts are used as forage plants, nitrogen fixers, cover crops, landscaping and gardening. The general objective of this work was to study the genetic resistance of *Arachis pintoi* and *Arachis repens* to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. The specific objectives were to study the interaction of *A. pintoi* and *A. repens* with *Meloidogyne javanica*, classify the genotypes according to genetic resistance to the phytonematode and select plants superior in genetic resistance and fresh forage biomass production. There is significant genetic variability in the population regarding resistance to the nematode *Meloidogyne javanica*. Fifteen genotypes of *A. pintoi* and *A. repens* were highly resistant to *Meloidogyne javanica* race 1 and five genotypes of *A. pintoi* were highly susceptible. In the long-term experiment, seven genotypes of *A. pintoi* and one of *A. repens* were highly susceptible, two accessions of *A. pintoi* were classified as moderately resistant and ten as resistant to *Meloidogyne javanica* race ni. By the selection index, *A. pintoi* 'BRS Oquira' and *A. pintoi* Sv 5821 formed the group of 10.00% superior and selected for genetic resistance to root gall nematode and production of fresh forage biomass. *Arachis pintoi* 'BRS Oquira' was the genotype with the best performance.

**Embrapa Acre**  
Rodovia BR-364, km 14, sentido  
Rio Branco/Porto Velho  
Caixa Postal 321  
69900-970 Rio Branco, AC  
www.embrapa.br/acre  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
Presidente  
Elias Melo de Miranda  
Secretária-executiva  
Claudia Carvalho Sena

Membros  
Carlos Mauricio Soares de Andrade,  
Celso Luis Bergo, Evandro Orfanó  
Figueiredo, Rivaldalve Coelho  
Gonçalves, Rodrigo Souza Santos,  
Romeu de Carvalho Andrade Neto,  
Tadário Kamel de Oliveira,  
Tatiana de Campos e  
Virgínia de Souza Alvares

Edição executiva  
e revisão de texto  
Claudia Carvalho Sena e  
Suely Moreira de Melo

Normalização bibliográfica  
Renata do Carmo França Seabra  
(CRB-11/1044)

Projeto gráfico  
Leandro Sousa Fazio

Diagramação  
Francisco Carlos da Rocha Gomes

Publicação digital: PDF

Todos os direitos  
reservados à Embrapa.

race 1 and five genotypes of *A. pintoi* were highly susceptible. In the long-term experiment, seven genotypes of *Arachis pintoi* and one of *A. repens* were highly susceptible, two *A. pintoi* accessions were classified as moderately resistant and ten as resistant to *Meloidogyne javanica* of race ni. According to the selection index, *A. pintoi* 'BRS Oquira' and *A. pintoi* Sv 5821 formed the top 10.00% group and were selected for genetic resistance to root-knot nematode and fresh forage biomass production. *Arachis pintoi* 'BRS Oquira' was the genotype with the highest performance.

**Index terms:** nematosis, root-knot nematode, perennial peanut.

## Introdução

As terras com pastos naturais podem apresentar grande diversidade de espécies de plantas e são ocupadas por gramíneas, leguminosas, plantas herbáceas, arbustos e árvores (Chakraborty, 2001).

Em áreas com culturas forrageiras mono específicas ou compostas por duas ou mais espécies forrageiras para alimentação de animais, doenças causadas por nematoides, fungos, bactérias, vírus e fitoplasma afetam as plantas e causam grande prejuízo aos produtores. As perdas ou danos econômicos devido ao ataque de fitopatógenos às plantas nos pastos são decorrentes da diminuição da produtividade dos pastos em biomassa, valor nutritivo e palatabilidade, com influência negativa na saúde e produtividade dos animais (Chakraborty, 2001).

No Brasil, há 112.174.148 ha de pastagens cultivadas (IBGE, 2019) e grande quantidade das plantas nesses sistemas de produção de forrageiras é atacada por doenças bióticas e abióticas, de forma endêmica, esporádica ou contínua, condicionando baixa produção de biomassa com consequentes índices menores de lotação de animais. Soma-se a esse status ecológico a ocorrência de artrópodes fitófagos que merece atenção dos administradores de fazendas quanto à identificação correta, monitoramento e implementação de medidas de controle no tempo certo (Andrade et al., 2009).

Apesar de uma aparente grande diversidade de espécies forrageiras disponíveis no Brasil quando somadas todas aquelas dos gêneros *Arachis* L., *Avena* L., *Cenchrus* L., *Centrosema* (DC.) Benth., *Cynodon* Rich., *Desmodium* Desv., *Festuca* L., *Lolium* L., *Medicago* L., *Panicum* L., *Paspalum* L., *Pennisetum* Rich., *Pueraria* DC., *Sorghum* Moench, *Stylosanthes* Sw., *Triticum* L. e *Urochloa* P. Beauv.,

os produtores rurais utilizam poucas cultivares nos pastos plantados.

As cultivares de *Arachis pintoi* Krapovickas & Gregory, *Arachis repens* Handro e de *Arachis glabrata* Benth. apresentam problemas específicos de doenças e requerem estudos e soluções no formato de cultivares melhoradas para suporte tecnológico.

A partir do Programa de Melhoramento Genético de Amendoim Forrageiro da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), foi iniciado um programa de melhoramento genético de plantas de *Arachis* spp. na Embrapa Acre com a finalidade de desenvolver e recomendar aos produtores tecnologias na forma de cultivares para plantio em pastos, com vistas ao aumento da produtividade de forrageiras (Assis; Valentim, 2009) e, consequentemente, da produção de matéria-prima para as indústrias de carne e leite.

Os testes agronômicos de acessos de *A. pintoi* coletados na natureza permitiram a seleção e nomenclatura de uma nova cultivar, *A. pintoi* 'BRS Mandobi', propagada por sementes e estolões (Assis, 2011) transformados em estacas herbáceas. Vários cruzamentos foram realizados e progênies de híbridos e acessos não híbridos propagados e selecionados para a obtenção de novas cultivares. A produtividade anual de matéria seca de *A. pintoi* 'BRS Mandobi' é de 15 a 21 t ha<sup>-1</sup> na Amazônia (Valentim et al., 2001).

Dentre as doenças bióticas constatadas e relacionadas no Acre até o momento em *Arachis* spp., a nematose causada pelo nematoide das galhas nas raízes, *Meloidogyne javanica* (NGR), despertou o interesse da equipe de pesquisa em Fitopatologia, para ser incluída no programa de melhoramento do amendoim forrageiro perene, com base em estudos e observações anteriores.

A meloidoginose do amendoim forrageiro, causada por *Meloidogyne javanica*, foi relatada no Brasil, em 2003, ocasionando amarelecimento, nanismo, murcha, seca e morte de plantas no Paraná (Carneiro et al., 2003). Conforme relatado, essa doença pode inviabilizar o estabelecimento, desenvolvimento e a sobrevivência de *A. pintoi* no campo.

O objetivo geral deste trabalho foi estudar a resistência genética de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* a *Meloidogyne javanica* com os seguintes objetivos específicos: 1) avaliar a interação de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* com *M. javanica* raça 1 e com *M. javanica* raça não identificada (raça ni) e classificar os genótipos quanto à resistência genética ao nematoide; e 2) analisar a variabilidade genética de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* e selecionar plantas

superiores em resistência e produção de biomassa de forragem da parte aérea.

Esta publicação está de acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), pois o desenvolvimento e ampliação de uso de tecnologias na forma de cultivares de leguminosas resistentes às doenças para aumento de forragem para a criação de animais a baixo custo justificam a ação para atingir esse objetivo. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e contam com o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

## Material e métodos

Três experimentos do tipo tratamento pareado (Bergamin Filho; Amorim, 1996), em arranjo fatorial, com 40 tratamentos, compostos de 20 genótipos (Tabela 1) foram montados em casa de vegetação e conduzidos em dois ambientes bióticos: um inoculado com *M. javanica* (INO) e outro não inoculado (NIN). Todos os experimentos continham três repetições de cada tratamento, com uma planta por parcela, perfazendo 120 parcelas (60 INO + 60 NIN). Os dois primeiros experimentos (EXP1 e EXP2) foram feitos em vasos de argila de capacidade de 2 L em casa de vegetação com substrato autoclavado e o EXP3 em vasos de concreto de capacidade de 98 L com substrato não autoclavado. O EXP1 foi em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), e o EXP2 e EXP3 em delineamento em blocos ao acaso (DBC).

Foram utilizadas mudas clonadas de um *ramet* de cada genótipo (Tabela 1), enraizadas em bandejas de isopor com substrato de composto orgânico e vermiculita adubado com Osmocote Plus, 15-9-12 a 1,00% (V/V) (EXP1), água (EXP2) e jardineiras (EXP3), contendo o substrato S1 de solo:areia:composto orgânico, 5:2:3, autoclavado e com o mesmo adubo e dosagem.

As mudas enraizadas foram plantadas nos vasos contendo substrato adubado com adubo encapsulado de liberação lenta N-P-K 15-9-12 (%), Ca-Mg-S 0-1,3-5,9 (%), B-Cu-Fe-Mn-Mo-Zn 0,02-0,05-0,46-0,06-0,002-0,05 (%) a 1,00% (V/V). A adubação complementar foi realizada com macro + microelementos NPK 9-15-10 (%), Ca-Mg-S 2,5-2,5-9 (%) e micronutrientes B-Cu-Fe-Mn-Mo-Zn 0,06-0,05-0,22-0,10-0,005-0,20 (%) a 10 g L<sup>-1</sup>, aplicando 10 mL da solução aquosa por planta a cada 15 dias. A irrigação do EXP1 e EXP2 foi realizada

por aspersão durante 5 minutos por aplicação, duas vezes ao dia. Adicionalmente, foi aplicada água límpida clorada em cada vaso nos três experimentos, utilizando uma mangueira, uma vez ao dia, até o pegamento completo das mudas e durante a condução dos experimentos.

Aos 88 dias após o plantio (DAP) das mudas do EXP3, realizou-se uma poda de padronização das plantas, cortando a extensão dos ramos que ultrapassava a borda externa dos vasos, e descartou-se essa biomassa sem quantificá-la.

Aos 102 DAP foi realizada a primeira colheita e pesagem de biomassa excedente para quantificar a biomassa fresca de forragem de parte aérea por parcela. A biomassa das colheitas de poda, somada à colheita final rente ao solo, feita de 521 a 564 DAP, constituiu o peso total da biomassa fresca de forragem (BFF) composta por caule, folhas e flores de cada parcela.

No experimento 1 (EXP1) foi utilizada a população pura 1 de *M. javanica*, oriunda de *Arachis pintoi* 'BRS Mandobi' (PP1G77), raça 1, nominada como população de *M. javanica* raça 1 do genótipo 77 (PMJR1G77). No segundo experimento (EXP2), foi utilizada uma população de *M. javanica* raça ni, oriunda de galhas em raiz de *A. pintoi*, genótipo 80 (PMJRNIG80). No EXP3, foi utilizada uma população de *M. javanica* raça ni, oriunda de galhas em raiz de *A. pintoi*, genótipos 2, 16, 24, 31, 42, 77 e 98 (PMJRNIA). Para os três experimentos, os nematoides foram multiplicados em tomateiro *Solanum lycopersicum* L. 'Santa Cruz Kada'. A extração de ovos, inclusive os ovos maduros (O), mais os juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*, foi feita pelo Método Carolina do Norte (Taylor; Sasser, 1978; Hartman; Sasser, 1985) modificado segundo Byrd Junior et al. (1972) e Hussey e Barker (1973). A suspensão de ovos maduros e juvenis (O + J2) foi calibrada para 300 ufg mL<sup>-1</sup>, contando-se ovos maduros e juvenis J2 em câmara de Peter, e uma alíquota de 5 mL dessa suspensão, agitada manualmente no momento da pipetagem, foi aplicada com pipeta automática de 10 mL em cada vaso do tratamento INO. No EXP3, devido ao vaso ser grande e ao uso de substrato não tratado, foi aplicado no mesmo dia, como reforço, inóculo constituído de raízes de *Solanum lycopersicum* L. 'Santa Cruz Kada' com galhas, preparado a partir do mesmo lote de mudas, na razão de 8 g de raízes lavadas e cortadas de 1 a 2 cm de comprimento por planta, inserido na rizosfera de cada planta do tratamento INO, correspondente a 13.720 ufg por planta, conforme quantificação prévia de 1.715 ufg g<sup>-1</sup> de raiz de *Solanum lycopersicum* L. 'Santa Cruz Kada' com galha. Nos

vasos do tratamento NIN, foram aplicados 5 mL de água destilada autoclavada, sem nematoide. Ao final de cada experimento, foram realizados o seccionamento das plantas rente ao solo, separação manual nas raízes do substrato, lavagem das raízes sob água limpa e transporte ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Acre. No laboratório, procedeu-se à drenagem do excesso de água em papel-toalha e à coloração com floxina B, 0,15% (*m/V*) (150 mg L<sup>-1</sup> de água) por 20 minutos. Sob microscópio estereoscópico, com aumento máximo de 50X, foram avaliados o número total de galhas nas raízes (NGR), a área de raiz com galha (ARG), o tamanho das galhas nas raízes (TGR) e o número total de massa de ovos por sistema radicular (NMO), registrando-se a classe de nota correspondente, utilizando escalas numérico-ordinais descritivas adaptadas de Carvalho e Quesenberry (2009). As escalas de severidade

da doença, causada por *Meloidogyne javanica* em *A. pintoi* e *A. repens*, baseiam-se no tamanho das galhas nas raízes (TGR), área de raiz com galha (ARG) e número de galhas nas raízes (NGR).

A severidade da doença também foi avaliada pela quantidade de injúrias de nematoide das galhas nas raízes evidenciadas pelas ootecas com ovos (massas de ovos) e ootecas vazias (cavidades côncavas necrosadas) nas galhas, pelo entendimento de que esse tipo de injúria na raiz é um dano físico a ser considerado conceitualmente para o estudo de severidade. Para tanto, a cada número total de injúrias de nematoide de cada parcela *j*, de cada genótipo *i* (*NIR<sub>ij</sub>*), anotou-se a classe de nota de severidade (CNS), correspondente à amplitude de NMO (Tabela 2).

**Tabela 1.** Genótipos utilizados nos experimentos de avaliação da resistência de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* ao nematoide das galhas nas raízes, *Meloidogyne javanica*, em Rio Branco, AC.

| N  | Genótipo                                                       | Acesso <sup>(1)</sup> | Cód. BRA   |
|----|----------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|
| 1  | <i>A. pintoi</i> 'Alqueire-1'                                  | Alqueire-1            | BRA 037036 |
| 2  | <i>A. pintoi</i> 'Amarillo (MG-100)'                           | Amarillo MG-100       | BRA 013251 |
| 3  | <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'                                   | Belmonte              | BRA 031828 |
| 4  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi'                                 | AP 65 AC              | BRA 040550 |
| 5  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira'                                  | V 14950               | BRA 039799 |
| 6  | <i>A. pintoi</i>                                               | V 6740                | BRA 014982 |
| 7  | <i>A. pintoi</i>                                               | V 13198               | BRA 030601 |
| 8  | <i>A. pintoi</i>                                               | V 13211-1             | BRA 030635 |
| 9  | <i>A. pintoi</i>                                               | V 14951               | BRA 039985 |
| 10 | <i>A. pintoi</i>                                               | V 15062               | BRA 040193 |
| 11 | <i>A. pintoi</i>                                               | V 15069               | BRA 040223 |
| 12 | <i>A. pintoi</i>                                               | Vi 301                | BRA 016357 |
| 13 | <i>A. pintoi</i>                                               | Sv 5821               | BRA 039187 |
| 14 | <i>A. pintoi</i>                                               | Sv 5822               | BRA 039195 |
| 15 | <i>A. repens</i>                                               | Nc 1563               | BRA 029190 |
| 16 | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'  | E3                    | ...        |
| 17 | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. repens</i> Nc1563       | E5                    | ...        |
| 18 | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. pintoi</i> V 6740       | E7                    | ...        |
| 19 | <i>A. pintoi</i> V 13211 x <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'        | C15(98)               | ...        |
| 20 | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira' | V1(59)                | ...        |

<sup>(1)</sup> Os nomes Alqueire-1, Amarillo MG-100, Belmonte e AP 65 AC se referem aos acessos das cultivares correspondentes registradas nesta tabela e o nome anterior Belmonte na cultivar passou a Belomonte.

Três-pontos (...): informação não disponível.

Fonte: Lista de genótipos indicados para a pesquisa elaborada por Giselle Mariano Lessa de Assis, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte.

O número de massas de ovos ( $NMO_{ij}$ ) nas raízes de cada planta de genótipo  $i$  e parcela  $j$ , do EXP2 e EXP3, foi contado e utilizado para atribuir uma nota à variável estatística denominada índice de reprodução 1 do nematoide na planta ( $IR1_{ij}$ ) (Tabela 2), seguindo-se do cálculo da média de  $IR1_{ij}$ , ou da repetição do valor único da parcela. Em ambos os casos, o arredondamento dos dados finais (médias ou dado único) das parcelas com ocorrência do evento foi feito pelo método conservador. Cada média indicou a reprodução do nematoide no hospedeiro para classificação do resultado da interação planta-patógeno e o tipo de reação do genótipo (Taylor; Sasser, 1978; Hartman; Sasser, 1985), conforme Tabela 3.

A extração dos nematoides, ovos + juvenis J2, ao final do EXP2 e EXP3 foi realizada em amostra de 10 g de raízes (massa fresca), ou da quantidade disponível, coletada ao acaso do sistema radicular de cada parcela com massa de raiz maior que a amostra padrão, seguindo o método descrito em

Hussey e Baker (1973). Para obter a suspensão mais pura de ovos e juvenis e facilitar a quantificação nas amostras do EXP3, foi feita a adição de 5 cm<sup>3</sup> de caulim (SBS Minérios Ind. e Com. Ltda., Itapeva, SP), por tubo falcon de 50 mL, conforme Coolen e D'Herde (1972). A soma do número de ovos e juvenis J2 por massa de raiz fresca (NOJ/g), em cada genótipo  $i$ , parcela  $j$ , foi utilizada para o cálculo da média de densidade populacional dos nematoides ( $d$ ), definida como o número médio de unidades reprodutivas formadoras de galhas (ufg), ovos e juvenis J2 ( $O + J2$ ), por grama de raiz fresca de cada genótipo. Com essas médias, utilizando-se a Tabela 2, atribuiu-se a nota do índice  $IR2_i$ . Também para a comparação de todos os genótipos entre si, foi calculada a densidade média populacional relativa ( $d'$ ), padronizando-se a densidade populacional,  $d_p = 600$  ufg g<sup>-1</sup>, equivalente ao valor de referência 100, de genótipo suscetível. Para cada valor  $d'$  de cada genótipo atribuiu-se uma nova nota ao índice  $IR2_i$  (Tabela 2).

**Tabela 2.** Escala numérico-ordinal descritiva de reprodução do nematoide *Meloidogyne javanica* em raízes de *Arachis pintoi* e *Arachis repens*, com respectiva amplitude para cada classe de nota.

| CN<br>IR1 <sup>(1)</sup> | AMP.<br>NMO <sup>(2)</sup> | CN<br>IR2 <sup>(3)</sup> | AMP.<br>NOJ <sup>(4)</sup> | Descrição <sup>(5)</sup>                                         |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1                        | 0                          | 1                        | 0                          | Zero unidade reprodutiva ou ooteca com ovos nas raízes           |
| 2                        | [1–5]                      | 2                        | [1–5]                      | 1 a 5 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes       |
| 3                        | [6–10]                     | 3                        | [6–10]                     | 6 a 10 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes      |
| 4                        | [11–20]                    | 4                        | [11–20]                    | 11 a 20 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes     |
| 5                        | [21–30]                    | 5                        | [21–30]                    | 21 a 30 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes     |
| 6                        | [31–50]                    | 6                        | [31–50]                    | 31 a 50 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes     |
| 7                        | [51–70]                    | 7                        | [51–70]                    | 51 a 70 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes     |
| 8                        | [71–100]                   | 8                        | [71–100]                   | 71 a 100 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes    |
| 9                        | >100                       | 9                        | >100                       | Mais de 100 unidades reprodutivas ou ootecas com ovos nas raízes |

<sup>(1)</sup> Classe de nota para a variável índice de reprodução 1 (CN IR1). <sup>(2)</sup> Amplitude de classe da variável número de massa de ovos por sistema radicular de cada planta (AMP. NMO). <sup>(3)</sup> Classe de nota para a variável índice de reprodução 2 (CN IR2). <sup>(4)</sup> Amplitude de classe da variável número de ovos e juvenis J2, como unidades reprodutivas formadoras de galhas, por grama de raiz, em massa fresca (ufg g<sup>-1</sup>) (AMP. NOJ). <sup>(5)</sup> Descrição das classes de notas para NOJ e NMO.

Fonte: Adaptado de Carvalho e Quesenberry (2009).

Os índices de doença por severidade na raiz (IDSR) (Sharma et al., 1999) foram calculados com as Equações 1 e 2:

$$IDSR3_{ij} = \frac{NGR_{ij} + TGR_{ij} + ARG_{ij}}{3} \quad (1)$$

$$IDSR4_{ij} = \frac{NGR_{ij} + TGR_{ij} + ARG_{ij} + NIR_{ij}}{4} \quad (2)$$

em que

$IDSR_{ij}$  = índice de doença por severidade na raiz da parcela  $j$  do genótipo  $i$ .

$NGR_{ij}$  = número de galhas nas raízes da parcela  $j$  do genótipo  $i$ .

$TGR_{ij}$  = tamanho de galhas nas raízes da parcela  $j$  do genótipo  $i$ .

$ARG_{ij}$  = área de raiz com galhas da parcela  $j$  do genótipo  $i$ .

$NIR_{ij}$  = número de injúrias nas raízes da parcela  $j$  do genótipo  $i$ .

A variável  $NIR_{ij}$ , como consequência da reprodução do nematoide, pode aumentar o índice de severidade e foi considerada sem arredondamento dos dados antes do cálculo das médias por genótipo, ou em seu valor único na parcela.

A reação à doença e à reprodução de *Meloidogyne javanica* por genótipo  $i$  compôs uma variável combinada média pela nota máxima de índice de doença por severidade (IDSR) e a nota máxima do índice de reprodução 2 do nematoide (IR2), para ampliar os recursos de classificação das plantas, conforme a Equação 3:

$$RDR_i = \frac{IDSRmax_i + IR2max_i}{2} \quad (3)$$

em que

$RDR_i$  = reação à doença e à reprodução de *Meloidogyne javanica* no genótipo  $i$ .

$IDSRmax_i$  = nota máxima de índice de doença (IDSR3 ou IDSR4) no genótipo  $i$ .

$IR2max_i$  = nota máxima do índice de reprodução 2 (IR2) no genótipo  $i$ .

Para avaliar o efeito das plantas no desempenho reprodutivo do nematoide, foi calculado o fator combinado de reprodução (FCR), que quantifica a reprodução do nematoide com duas variáveis IR1 e IR2, com a Equação 4:

$$FCR_{ij} = \frac{IR1_{ij} + IR2_{ij}}{2} \quad (4)$$

em que

$FCR_{ij}$  = fator combinado de reprodução de *Meloidogyne javanica* no genótipo  $i$ , na parcela  $j$ .

$IR1_{ij}$ ,  $IR2_{ij}$  = classes de notas dos índices de reprodução 1 e 2, respectivamente, de cada genótipo  $i$  na parcela  $j$ .

A média do fator combinado de reprodução de *Meloidogyne javanica* por genótipo  $i$  ( $FCR_i$ ) foi utilizada como mais um critério para a classificação da resistência genética de cada genótipo (Tabela 3).

A classificação de cada genótipo de planta quanto à resistência ao nematoide *Meloidogyne javanica* foi realizada por meio da análise dos resultados, seguindo o critério descrito na Tabela 3, considerando a média aritmética nos casos de duas ou três parcelas positivas para a nematose das galhas, no tratamento inoculado (INO), ou o valor único quando apenas uma parcela foi positiva, com arredondamento pelo método conservador.

**Tabela 3.** Critérios para a classificação de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* quanto à resistência a *Meloidogyne javanica* por índice de doença nas raízes e índice de reprodução do nematoide no hospedeiro.

| IDSR3 <sup>(1)</sup> | IDSR4 | IR1 <sup>(2)</sup> | IR2   | RDR <sup>(3)</sup> | FCR <sup>(4)</sup> | Tipo de reação                |
|----------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1                    | 1     | 1                  | 1     | 1                  | 1                  | Altamente resistente (AR)     |
| (1–3]                | (1–3] | (1–3]              | (1–3] | (1–3]              | (1–3]              | Resistente (RE)               |
| (3–5]                | (3–5] | (3–5]              | (3–5] | (3–5]              | (3–5]              | Moderadamente resistente (MR) |
| (5–7]                | (5–7] | (5–7]              | (5–7] | (5–7]              | (5–7]              | Suscetível (SU)               |
| (7–9]                | (7–9] | (7–9]              | (7–9] | (7–9]              | (7–9]              | Altamente suscetível (AS)     |

<sup>(1)</sup>Amplitude de classe de índices de doença 3 e 4 (IDSR3 e IDSR4). <sup>(2)</sup>Amplitude de classe de índices de reprodução 1 e 2 (IR1 e IR2). <sup>(3)</sup>Amplitude de classe da média do índice máximo de doença (IDSR3 ou IDSR4) mais o índice máximo de reprodução 2 de *Meloidogyne javanica* (RDR). <sup>(4)</sup>Amplitude de classe da variável combinada de índices de reprodução de *Meloidogyne javanica* (FCR).

Fonte: Adaptado de Carvalho e Quesenberry (2009).

Com base na Tabela 3, um genótipo com valor 1 para qualquer variável do tipo índice de doença por severidade (IDSR3 ou IDSR4) e também para pelo menos uma das variáveis IR1, IR2, RDR ou FCR é classificado como altamente resistente (AR). Valores dessas variáveis nos intervalos seguintes definem as outras classes de tipo de reação, com opção pelo maior valor, nos casos de diferença entre IDSR3 e IDSR4. Os índices IR1, IR2, RDR e FCR complementam a análise para a classificação dos genótipos com maior rigor, mas, neste trabalho, prevalece o maior índice de doença (IDSR3 ou IDSR4) na classificação.

Para classificar os genótipos pelo Método Canto-Saénz, em um menor número de classes quanto ao tipo de reação, procedeu-se à análise com o fator de reprodução (R) (Oostenbrink, 1966) pela Equação 5:

$$R_{ije} = \frac{Pf_{ije}}{Pi_{ije}} \quad (5)$$

em que

$R_{ije}$  = fator de reprodução do nematoide das galhas nas raízes no genótipo  $i$ ,  $i = (1...20)$ , na parcela  $j$ , no ambiente  $e$  ( $e = 1, 2$ ): 1: INO, 2: NIN.

$Pf_{ij}$  = densidade máxima da população do nematoide das galhas nas raízes, aqui considerada como a população final na raiz total de cada genótipo  $i$  e parcela  $j$ , após cultivo, sem conhecer o nível populacional teto ( $Pf_{max}$ ).

$Pi_{ij}$  = densidade inicial da população do nematoide das galhas nas raízes inoculada por genótipo  $i$  da parcela  $j$ .

De acordo com os valores de R, os genótipos foram classificados em duas categorias de resistência genética indicadas pelo tipo de reação (Tabela 4).

A população final por sistema radicular de cada parcela ( $Pf_{ij}$ ) foi obtida pela soma do número de ovos (maduros e imaturos) e número de juvenis de segundo estágio (O + J2), em volume total da suspensão final de amostra laboratorial composta. Nos casos de contagens em volume menor que aquele da suspensão final, fez-se o cálculo de correção para o volume total de suspensão de nematoides na amostra laboratorial de extração, o qual foi dividido pela massa de raízes analisada e multiplicado pela massa fresca total de raízes das plantas. A população inicial inoculada ( $Pi_{ij}$ ) foi obtida pela soma de 1.500 (O + J2) inoculados, em suspensão, na parcela, mais 13.720 ufg, em fragmentos de aproximadamente 1 cm de raízes com galhas.

O fator de reprodução (R) foi utilizado para o cálculo da variável denominada redução do fator de

reprodução em porcentagem (RRE), tomando-se como referência única ou padrão o maior valor da média de R do experimento.

$$RRE = \frac{Rp - Ri}{Rp} \cdot 100 \quad (6)$$

em que

$RRE$  = redução do fator de reprodução do nematoide em %.

$Rp$  = maior valor do fator de reprodução do experimento, R padrão.

$Ri$  = valor do fator de reprodução do nematoide no genótipo  $i$ .

De acordo com a escala de classificação da reação de resistência proposta por Moura e Regis (1987) (Tabela 5), foi feita a classificação qualitativa dos genótipos de *A. pintoi* e *A. repens*.

O índice de desempenho geral médio (IDG) de cada genótipo foi calculado com os dados resultantes da Equação 7:

$$IDG_{ij} = \left( \frac{IRS_{ij} + IBF_{ij} + ICS_{ij}}{3} \right) \cdot (x_i - 1,5) \quad (7)$$

em que

$IDG_{ij}$  = índice de desempenho geral de cada genótipo  $i$  na parcela  $j$ .

$IRS_{ij}$  = índice de resistência do genótipo  $i$  em parcelas  $j$  inoculadas ou de sanidade em parcelas  $j$  não inoculadas ou escape.

$IBF_{ij}$  = índice de biomassa fresca de parte aérea de cada parcela  $j$  do genótipo  $i$ .

$ICS_{ij}$  = índice de cobertura do solo de cada parcela  $j$  do genótipo  $i$ .

$x_i$  = IRS até a classe suscetível e/ou IRS + 0,5, na classe altamente suscetível.

Para compor cada índice individual, a biomassa fresca de forragem da parte aérea de cada parcela foi convertida em porcentagem relativa ao genótipo de maior produção ( $BFF_{ij}$ ) e utilizada para a classificação de cada genótipo segundo o índice de biomassa fresca ( $IBF_{ij}$ ); a área de solo coberta pela planta em cada parcela ( $ASC_{ij}$ ) foi utilizada para a classificação de cada genótipo quanto ao índice de cobertura do solo ( $ICS_{ij}$ ) e o índice de resistência e sanidade ( $IRS_{ij}$ ) foi composto de acordo com as notas de sanidade ou saúde das plantas, utilizando escala numérico-descritiva (Andrade et al., 2003), na qual, o vigor da planta na parcela foi qualificado em uma das seguintes classes: 1 = péssimo, 2 = ruim, 3 = regular, 4 = bom e 5 = excelente (Tabela 6).

**Tabela 4.** Tipo de reação por resultado da interação de *Arachis pinto* e *Arachis repens* a *Meloidogyne javanica* medido pelo fator de reprodução R com dados do experimento 3 (EXP3).

| Resultado de R | Tipo de reação  |
|----------------|-----------------|
| $R \leq 1$     | Resistente (RE) |
| $R > 1$        | Suscetível (SU) |

Fonte: Adaptado de Canto-Saénz (1982, 1985); Sasser et al. (1984).

**Tabela 5.** Critérios para a classificação de *Arachis pinto* e *Arachis repens* quanto à resistência a *Meloidogyne javanica* por redução do fator de reprodução do patógeno.

| CN <sup>(1)</sup> | RRE (%) <sup>(2)</sup> | Tipo de reação                          |
|-------------------|------------------------|-----------------------------------------|
| 6                 | 100                    | Altamente resistente ou imune (AR ou I) |
| 5                 | [96–99]                | Resistente (RE)                         |
| 4                 | [76–95]                | Moderadamente resistente (MR)           |
| 3                 | [51–75]                | Pouco resistente (PR)                   |
| 2                 | [26–50]                | Suscetível (SU)                         |
| 1                 | [0–25]                 | Altamente suscetível (AS)               |

<sup>(1)</sup> Classes de nota (CN). <sup>(2)</sup> Amplitude das classes da variável redução do fator de reprodução, em porcentagem (RRE).

Fonte: Adaptado de Moura e Regis (1987).

**Tabela 6.** Critérios para padronização utilizados no cálculo do índice de desempenho geral médio dos genótipos de *Arachis pinto* e *Arachis repens*, considerando resistência e sanidade, biomassa fresca de forragem e área de solo coberto.

| IRS <sup>(1)</sup> | Tipo de reação                | IBF <sup>(2)</sup> | BFF (%) <sup>(3)</sup> | ICS <sup>(4)</sup> | ASC (%) <sup>(5)</sup> |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 5                  | Altamente resistente (AR)     | 5                  | (80–100]               | 5                  | (80–100]               |
| 4                  | Resistente (RE)               | 4                  | (60–80]                | 4                  | (60–80]                |
| 3                  | Moderadamente resistente (MR) | 3                  | (40–60]                | 3                  | (40–60]                |
| 2                  | Suscetível (SU)               | 2                  | (20–40]                | 2                  | (20–40]                |
| 1                  | Altamente suscetível (AS)     | 1                  | (00–20]                | 1                  | (00–20]                |

<sup>(1)</sup> Índice de resistência genética ao nematoide das galhas nas raízes em ambiente inoculado ou índice de sanidade em ambiente não inoculado ou escape (IRS). <sup>(2)</sup> Índice de biomassa fresca de forragem (IBF).

<sup>(3)</sup> Amplitude de classe de produção de biomassa fresca de forragem, em porcentagem, relativa ao genótipo mais produtivo (BFF). <sup>(4)</sup> Índice de cobertura do solo (ICS). <sup>(5)</sup> Amplitude de classe para área de solo coberto pela forrageira na parcela, em porcentagem (ASC).

Para os cálculos, foram utilizados os seguintes parâmetros no ambiente com inoculação artificial (INO):

$BFF > 0$  = biomassa relativa ao melhor genótipo com produção maior ou igual à média experimental em porcentagem.

$ASC > 0$  = área de solo coberto pela forrageira após completo estabelecimento da parcela, em porcentagem.

Desse modo, sempre que há um acréscimo de uma unidade de resistência genética das plantas no ambiente inoculado, o IDG aumenta pela multiplicação com o fator  $(x_i - 1,5)$ , e o IDG terá valor zero se o genótipo for altamente suscetível, resultando em valor genotípico nulo posteriormente na análise de modelos mistos.

Com os dados obtidos, procedeu-se à análise no Sistema Estatístico e Seleção Genética

Computadorizada (Selegen) com modelos lineares mistos via REML/BLUP (Resende, 2007, 2016, 2017). Os parâmetros genéticos foram estimados por Restricted Maximum Likelihood Method (REML) e os valores genotípicos foram preditos por Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) pelo método de modelos mistos (Henderson, 1984) com o Modelo 23 e posteriormente com o Modelo 20 (Resende, 2007).

Para a seleção de plantas baseada no índice de seleção  $I$ , obtido pelo produto da amplitude de ambas as características consideradas, conforme trabalho de Elston (1963), com valores genotípicos preditos (Assis et al., 2008), foi utilizada a Equação 8:

$$I = \omega_1 \cdot \omega_2 \quad (8)$$

em que

$I$  = índice de seleção.

$\omega_j$  = diferença entre o valor genotípico médio predito  $j$  ( $x_j$ ) e o valor genotípico médio mínimo ( $k_j$ ) do *rank* de dados, para cada uma das características 1 e 2.

Todas as médias dos valores genotípicos foram mantidas para o ranqueamento dos índices, mesmo aquelas abaixo do valor mínimo, igual à média de todos os genótipos.

## Resultados e discussão

Os genótipos de *A. pintoi* 'Alqueire-1', V 14951, V 15062, Sv 5821 e Sv 5822 apresentaram valores elevados para os índices de doença e índices reprodutivos de *M. javanica* raça 1, sendo classificados como suscetíveis, mesmo que V 14951 tenha apresentado IR1 = 3 (Tabela 7).

As plantas-acesso resistentes à raça 1 apresentaram a doença no experimento 2, indicando variabilidade na população de *M. javanica* com capacidade de atacar *A. pintoi* e *A. repens* e a possibilidade de manejo da doença utilizando cultivares resistentes a uma ou mais raças específicas nos casos de populações com baixo grau de parasitismo.

Os genótipos das plantas-acesso com nematoide das galhas nas raízes no EXP2 foram *A. pintoi* 'Alqueire-1', Sv 5822, V 13198, Vi 301, *A. repens* Nc 1563 e os híbridos interespecíficos de *A. pintoi*, E3 e E5 (Tabela 8). Conforme observado na Tabela 7 (EXP1), o genótipo 'Alqueire-1' apresentou IDSR3 = 6 e IDSR4 = 7, ambos dentro do intervalo (5–7], característico de planta suscetível, mesmo que no EXP2 e EXP3 tenha mostrado valores baixos de índices de doença e índices de reprodução.

Os valores baixos encontrados das variáveis nos dois outros experimentos devem-se a algum fator biótico, como colonização das plantas desse acesso com alguma bactéria e/ou fungo que atacou os fitonematoides, inclusive com maior intensidade no EXP3.

Conforme observado, a classificação das plantas quanto à resistência genética em dois experimentos com plantas clonais, da mesma planta-acesso clonal (= mesmo genótipo), depende da população do patógeno, na ausência de fatores ambientais abióticos e bióticos em níveis significativos. A classificação final do genótipo Sv 5822 foi altamente suscetível a *M. javanica* devido aos resultados do EXP3, embora no EXP1 e EXP2 tenha apresentado notas no intervalo (5–7] da classe suscetível.

Nesse caso, prevalece a conclusão de maior rigor na classificação do genótipo como suscetível. *Arachis repens* Nc 1563 não apresentou doença, nem reprodução do nematoide no EXP1, mas no EXP2 obteve IDSR3 = 3, IDSR4 = 2 e IR1 = 2, sendo classificado como resistente (RE). No EXP3, *A. repens* Nc 1563 apresentou índices de doença e de reprodução do nematoide maiores ou iguais a oito (Tabela 9), ficando claro que o genótipo é altamente suscetível a outra raça de *M. javanica*.

Todos os genótipos foram compatíveis, porque apresentaram nematoides nos tecidos das raízes, após aproximadamente 13 ciclos geracionais do patógeno, contudo, todas as cultivares comerciais de *A. pintoi* demonstraram resistência genética considerável e satisfatória, nas classes moderadamente resistente e resistente (Tabela 9). *Arachis pintoi* 'BRS Mandobi' AP 65 AC foi classificado como moderadamente resistente (MR), porque apresentou o mesmo índice IDSR3 = 5, nas três parcelas do EXP3, e nota 2 para IR1 que se baseia na contagem direta de massa de ovos, com observação de todas as raízes.

*Arachis pintoi* 'Amarillo (MG-100)' e *A. pintoi* 'Mandobi' AP 65 AC foram classificados como altamente suscetíveis (AS) e apresentaram IR2 = 9, quando foram atribuídas as notas de IR2 às médias de densidade populacional dos nematoides (d).

Na abordagem de densidade relativa à  $dp = 600 \text{ ufg g}^{-1}$ , equivalente ao valor de referência 100, *A. pintoi* 'Amarillo (MG-100)' apresentou IR2 = 6 e *A. pintoi* 'Mandobi' AP 65 AC IR2 = 5, com ou sem a dedução proporcional da média das parcelas não inoculadas, o que classifica o primeiro como suscetível e o segundo como moderadamente resistente (Tabela 9).

No experimento de longa duração (EXP3), os híbridos E3, E5, E7 e V1(59) apresentaram alta suscetibilidade ao nematoide das galhas nas raízes e foram classificados como AS, em contraste com os resultados do EXP1 e EXP2, em que foram classificados como AR, mostrando que experimentos de curta duração podem proporcionar escape. Fenômeno semelhante aconteceu com outros genótipos que no EXP1 e/ou EXP2 tiveram reação de resistência e foram classificados como RE ou AR e no EXP3 tiveram reação de alta suscetibilidade e foram classificados como AS (Tabelas 7, 8 e 9). O híbrido C15(98) de *Arachis pintoi* V 13211 x *Arachis pintoi* 'Belomonte', no entanto, apresentou IDSR3 e

IDSR4 = 1 e foi classificado como resistente por conter alguns nematoides nas raízes, IR2 = 2, tal como ocorreu com outros genótipos (Tabela 9). *Arachis pintoi* V 13211 foi altamente suscetível a *M. javanica* raça ni, mostrando que *A. pintoi* 'Belomonte' contém genes fortes de resistência ao nematoide das galhas nas raízes.

*Arachis pintoi* 'BRS Oquira' V 14950 não apresentou nematoide no tratamento não inoculado, e o número médio de espécimes por grama de raiz, encontrado no tratamento inoculado, foi 3,00% da densidade padronizada,  $dp = 600 \text{ ufg g}^{-1}$  de raiz, considerada como densidade de genótipo suscetível.

**Tabela 7.** Valores médios das variáveis IDSR3, IDSR4 e IR1 do experimento 1 (EXP1) de interação entre *Arachis* spp. (*Arachis pintoi* e *Arachis repens*) com *Meloidogyne javanica* para classificação de resistência genética.

| N  | Genótipo                             | Acesso          | EXP1                 |       |                    |                   |
|----|--------------------------------------|-----------------|----------------------|-------|--------------------|-------------------|
|    |                                      |                 | IDSR3 <sup>(1)</sup> | IDSR4 | IR1 <sup>(2)</sup> | TR <sup>(3)</sup> |
| 1  | <i>A. pintoi</i> 'Alqueire-1'        | Alqueire-1      | 6                    | 7     | 7                  | SU                |
| 2  | <i>A. pintoi</i> 'Amarillo (MG-100)' | Amarillo MG-100 | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 3  | <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'         | Belmonte        | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 4  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi'       | AP 65 AC        | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 5  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira'        | V 14950         | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 6  | <i>A. pintoi</i>                     | V 6740          | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 7  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13198         | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 8  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13211-1       | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 9  | <i>A. pintoi</i>                     | V 14951         | 7                    | 6     | 3                  | SU                |
| 10 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15062         | 6                    | 5     | 5                  | SU                |
| 11 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15069         | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 12 | <i>A. pintoi</i>                     | Vi 301          | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 13 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5821         | 6                    | 6     | 6                  | SU                |
| 14 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5822         | 6                    | 6     | 6                  | SU                |
| 15 | <i>A. repens</i>                     | Nc 1563         | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 16 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E3              | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 17 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. repens</i>  | E5              | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 18 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E7              | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 19 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | C15(98)         | 1                    | 1     | 1                  | AR                |
| 20 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | V1(59)          | 1                    | 1     | 1                  | AR                |

<sup>(1)</sup> Índice de doença por severidade 3 e 4 (IDSR3 e IDSR4). <sup>(2)</sup> Índice de reprodução 1 de *Meloidogyne javanica* (IR1). <sup>(3)</sup> Tipo de reação de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* ao nematoide das galhas nas raízes, *Meloidogyne javanica* raça 1 (TR): suscetível (SU) e altamente resistente (AR).

Os dados de *A. pintoi* 'Alqueire-1' não refletiram o tipo de reação próprio desse genótipo pelas razões possíveis citadas anteriormente. *Arachis pintoi* 'Amarillo (MG-100)' e *A. pintoi* 'BRS Mandobi' AP 65 AC comportaram-se de modo semelhante a *A. pintoi* 'Belomonte' e ao híbrido C15(98), *Arachis pintoi* V 13211 x *Arachis pintoi* 'Belomonte', e outros acessos de *Arachis pintoi*.

As plantas do EXP1, EXP2 e EXP3, a biomassa fresca de forragem do EXP3, as raízes finas e raízes com galhas de *M. javanica* em planta inoculada e a fêmea do nematoide das galhas nas raízes em *A. pintoi* podem ser observadas nas Figuras 1 e 2.

Neste trabalho, dez genótipos da classe resistente no tipo de reação (TR) do experimento de longa duração (Tabela 9) agruparam-se como resistente pelo critério do fator de reprodução R com dados do experimento 3 (Tabela 10). Esses mesmos genótipos agruparam-se como altamente resistentes e resistentes, utilizando como critério a nota de redução do fator de reprodução R (RRE) (Tabela 11). Aqueles da classe altamente suscetível (Tabela 9) no mesmo tipo de reação (TR) agruparam-se como suscetíveis, pouco resistentes ou moderadamente resistentes pelo mesmo critério (Tabela 11).

**Tabela 8.** Valores médios das variáveis IDSR3, IDSR4 e IR1 do experimento 2 (EXP2) de interação entre *Arachis* spp. (*Arachis pintoi* e *Arachis repens*) com *Meloidogyne javanica* para classificação de resistência genética.

| N  | Genótipo                             | Acesso          | EXP2                 |       |                    |     |                   |
|----|--------------------------------------|-----------------|----------------------|-------|--------------------|-----|-------------------|
|    |                                      |                 | IDSR3 <sup>(1)</sup> | IDSR4 | IR1 <sup>(2)</sup> | IR2 | TR <sup>(3)</sup> |
| 1  | <i>A. pintoi</i> 'Alqueire-1'        | Alqueire-1      | 4                    | 4     | 3                  | 9   | MR                |
| 2  | <i>A. pintoi</i> 'Amarillo (MG-100)' | Amarillo MG-100 | 1                    | 1     | 1                  | 0   | AR                |
| 3  | <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'         | Belmonte        | 1                    | 1     | 1                  | 0   | AR                |
| 4  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi'       | AP 65 AC        | 1                    | 1     | 1                  | 0   | AR                |
| 5  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira'        | V 14950         | 1                    | 1     | 1                  | 0   | AR                |
| 6  | <i>A. pintoi</i>                     | V 6740          | 1                    | 1     | 1                  | 2   | AR                |
| 7  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13198         | 3                    | 3     | 3                  | 0   | RE                |
| 8  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13211-1       | 1                    | 1     | 1                  | 2   | AR                |
| 9  | <i>A. pintoi</i>                     | V 14951         | 1                    | 1     | 1                  | 2   | AR                |
| 10 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15062         | 1                    | 1     | 1                  | 2   | AR                |
| 11 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15069         | 1                    | 1     | 1                  | 2   | AR                |
| 12 | <i>A. pintoi</i>                     | Vi 301          | 3                    | 3     | 2                  | 2   | RE                |
| 13 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5821         | 1                    | 1     | 1                  | 1   | AR                |
| 14 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5822         | 7                    | 6     | 3                  | 7   | SU                |
| 15 | <i>A. repens</i>                     | Nc 1563         | 3                    | 2     | 2                  | 0   | AR                |
| 16 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E3              | 2                    | 3     | 3                  | 2   | RE                |
| 17 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. repens</i>  | E5              | 4                    | 4     | 3                  | 2   | MR                |
| 18 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E7              | 1                    | 1     | 1                  | 1   | AR                |
| 19 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | C15(98)         | 1                    | 1     | 1                  | 1   | AR                |
| 20 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | V1(59)          | 1                    | 1     | 1                  | 2   | AR                |

<sup>(1)</sup> Índice de doença por severidade 3 e 4 (IDSR3 e IDSR4). <sup>(2)</sup> Índice de reprodução 1 e 2 de *Meloidogyne javanica* (IR1 e IR2). <sup>(3)</sup> Tipo de reação de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* ao nematoide das galhas nas raízes, *Meloidogyne javanica* raça ni no experimento 2 (TR): moderadamente resistente (MR), altamente resistente (AR), resistente (RE) e suscetível (SU).



**Figura 1.** Estudo da resistência de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* ao nematoide das galhas nas raízes, *Meloidogyne javanica*, em casa de vegetação: experimento 1 (A), experimento 2 (B) e experimento 3 (C).



Fotos: Rivaldo Coelho Gonçalves

**Figura 2.** Biomassa fresca de forragem de *Arachis pintoi* do experimento 3 (A), raízes finas e raízes com galhas do nematoide das galhas nas raízes, *Meloidogyne javanica* (B), e fêmea de *Meloidogyne javanica* exposta de dentro da raiz de *Arachis pintoi* (C).

Para ser efetiva no controle do nematoide das galhas nas raízes, a resistência genética deve possibilitar a redução de 90,00% ou mais no fator de reprodução (R) do fitonematoide (Taylor; Sasser, 1978), escolhendo como padrão de referência o maior fator de reprodução. Os resultados encontrados neste estudo mostram que há grande variação entre as plantas avaliadas quanto à resistência a *Meloidogyne javanica*, com muitas podendo constituir efetiva fonte de resistência em programas de melhoramento genético.

Os resultados dos experimentos mostraram claramente que *Arachis pintoi* 'BRS Mandobi' é altamente resistente a *Meloidogyne javanica*. *Arachis repens*, acesso Nc 1563, apresentou no EXP3 muitas raízes principais grossas e poucas

raízes secundárias, muitas delas com galhas por *M. javanica*, possivelmente de raça distinta da raça 1.

Os componentes de variância mostraram-se distintos entre os dois ambientes e a variância genotípica (Vg) revelou-se bem maior no ambiente INO do que no ambiente NIN devido à variabilidade do índice de desempenho geral (IDG), que combina notas de resistência genética no índice de resistência e sanidade (IRS). Portanto, uma parte dessa Vg deve-se à variação da resistência genética entre os genótipos, e a outra à produção de biomassa fresca de forragem, uma vez que a área de solo coberto teve nota 5 para todos os genótipos (Tabela 12).

A premissa de efeitos aleatórios, de tratamentos do tipo genótipo, é condição fundamental para

fazer a seleção genética no trabalho de melhoramento genético (Resende, 2004) em qualquer espécie e foi utilizada neste trabalho para mostrar a possibilidade de seleção de características múltiplas em programa de melhoramento de amendoim forrageiro. No ambiente INO, a variância genotípica ( $V_g = 4.267832$ ,  $V_g \neq 0$ ) mostrou haver variabilidade genética significativa entre os genótipos, passível de ser explorada no melhoramento de plantas, para a seleção dos melhores genótipos que acumulam os efeitos genéticos aditivos e de dominância relevantes para seleção direta e cruzamentos controlados.

A herdabilidade dos efeitos genotípicos total, também nominada como herdabilidade no

sentido amplo ( $h^2_g$ ) apresentou média elevada igual a 0,952814, assim como a herdabilidade média do genótipo  $h^2_{mc}$  (0,983761). A herdabilidade no sentido amplo da característica múltipla, que contempla resistência genética ao nematoide das galhas nas raízes, produção de biomassa fresca de forragem na parte aérea e área de solo coberto, indica a possibilidade de transferir aos descendentes clonais os efeitos aditivos e de dominância, proporcionando maiores ganhos com a clonagem de plantas de amendoim forrageiro perene, tal como é feito para o eucalipto no Brasil (Fonseca et al., 2010).

**Tabela 9.** Valores médios das variáveis IDSR3, IDSR4, IR1, IR2, RDR e FCR do experimento 3 (EXP3) de interação entre *Arachis* spp. (*Arachis pintoi* e *Arachis repens*) com *Meloidogyne javanica* para classificação de resistência genética.

| Acesso          | EXP3                 |       |                    |                    |                    |                    |                    |                   |
|-----------------|----------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                 | IDSR3 <sup>(1)</sup> | IDSR4 | IR1 <sup>(2)</sup> | IR2 <sup>(2)</sup> | IR2 <sup>(3)</sup> | RDR <sup>(4)</sup> | FCR <sup>(5)</sup> | TR <sup>(6)</sup> |
| Alqueire-1      | 1                    | 1     | 1                  | 3                  | 2                  | 2                  | 2                  | RE                |
| Amarillo MG-100 | 5                    | 4     | 2                  | 9                  | 6                  | 6                  | 4                  | MR                |
| Belmonte        | 1                    | 1     | 1                  | 2                  | 1                  | 1                  | 1                  | RE                |
| AP 65 AC        | 5                    | 4     | 2                  | 9                  | 5                  | 5                  | 4                  | MR                |
| V 14950         | 1                    | 1     | 1                  | 4                  | 2                  | 2                  | 2                  | RE                |
| V 6740          | 1                    | 1     | 1                  | 3                  | 2                  | 2                  | 2                  | RE                |
| V 13198         | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | AS                |
| V 13211-1       | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 6                  | 9                  | 8                  | AS                |
| V 14951         | 1                    | 1     | 1                  | 2                  | 1                  | 1                  | 1                  | RE                |
| V 15062         | 1                    | 1     | 1                  | 7                  | 3                  | 2                  | 2                  | RE                |
| V 15069         | 1                    | 1     | 1                  | 2                  | 1                  | 1                  | 1                  | RE                |
| Vi 301          | 1                    | 1     | 1                  | 3                  | 2                  | 2                  | 2                  | RE                |
| Sv 5821         | 1                    | 1     | 1                  | 2                  | 2                  | 2                  | 2                  | RE                |
| Sv 5822         | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 7                  | 9                  | 8                  | AS                |
| Nc 1563         | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 8                  | 9                  | 9                  | AS                |
| E3              | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | AS                |
| E5              | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | AS                |
| E7              | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | AS                |
| C15(98)         | 1                    | 1     | 1                  | 2                  | 1                  | 1                  | 1                  | RE                |
| V1(59)          | 8                    | 8     | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | 9                  | AS                |

<sup>(1)</sup> Índice de doença por severidade 3 e 4 (IDSR3 e IDSR4). <sup>(2)</sup> Índice de reprodução 1 e 2 de *Meloidogyne javanica* (IR1 e IR2). <sup>(3)</sup> Índice de reprodução 2 de *Meloidogyne javanica* no experimento 3 com dados de médias da diferença proporcional D padronizados, considerando  $d_p = 600 \text{ ufg g}^{-1}$  de raiz (IR2). <sup>(4)</sup> Reação à doença e à reprodução (RDR). <sup>(5)</sup> Fator combinado de reprodução (FCR). <sup>(6)</sup> Tipo de reação de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* ao nematoide das galhas nas raízes, *Meloidogyne javanica* raça ni, no experimento 3 (TR): resistente (RE), moderadamente resistente (MR) e altamente suscetível (AS).

A acurácia para a seleção dos genótipos clonais assumindo sobrevivência completa, conforme observado, também foi alta ( $r^2_g = 0,991847$ ) como uma evidência para confiabilidade no método de melhoramento. Desse modo, ao dispor e combinar alta  $h^2_g$  com alta  $Ac$ , com apropriado intervalo de confiança, tem-se os principais componentes do melhor método de seleção.

O coeficiente de variação experimental residual (Resende, 2007) ambiental (Cruz, 2006) foi  $CVe\% = 5,104976$  e  $CVe\% = 3,537855$ , para ambiente INO e NIN, respectivamente, considerado baixo, indicando boa qualidade dos dados. No ambiente INO, o  $CVr = 4,49365188$  foi considerado muito bom para estudos de melhoramento genético; embora o  $CVr = 1,733470233$  no ambiente NIN

também seja baixo, não serviria para o objetivo de melhoramento genético, incluindo a resistência genética ao nematoide das galhas nas raízes.

A variância do erro de predição dos valores genotípicos (PEV) foi baixa para ambos os ambientes, e o desvio padrão do valor genotípico predito (SEP) foi elevado (Tabela 12), contudo apropriado para separar estatisticamente cinco grupos de genótipos pelo teste diferença mínima significativa (LSD) de Fischer a 5,00%.

Os valores genotípicos, em médias individuais ( $g$ ), acrescidos de uma constante ( $u + g$ ), os ganhos genéticos e a nova média possíveis com a seleção estão listados na Tabela 13 por genótipo, em ordem decrescente.

**Tabela 10.** Densidade populacional média do nematoide das galhas nas raízes em parcelas inoculadas com *Meloidogyne javanica* e classificação da resistência de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* pelo fator de reprodução R.

| N  | Genótipo                             | Acesso          | Pi <sup>(1)</sup> | Pf <sup>(2)</sup> | R <sup>(3)</sup> | TR <sup>(4)</sup> |
|----|--------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1  | <i>A. pintoi</i> 'Alqueire-1'        | Alqueire-1      | 15.220            | 1.017             | 0,0668           | RE                |
| 2  | <i>A. pintoi</i> 'Amarillo (MG-100)' | Amarillo MG-100 | 15.220            | 58.778            | 3,8619           | SU                |
| 3  | <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'         | Belmonte        | 15.220            | 170               | 0,0112           | RE                |
| 4  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi'       | AP 65 AC        | 15.220            | 29.910            | 1,9652           | SU                |
| 5  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira'        | V 14950         | 15.220            | 6.162             | 0,4049           | RE                |
| 6  | <i>A. pintoi</i>                     | V 6740          | 15.220            | 1.476             | 0,097            | RE                |
| 7  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13198         | 15.220            | 266.704           | 17,5233          | SU                |
| 8  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13211-1       | 15.220            | 109.705           | 7,2079           | SU                |
| 9  | <i>A. pintoi</i>                     | V 14951         | 15.220            | 315               | 0,0207           | RE                |
| 10 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15062         | 15.220            | 874               | 0,0574           | RE                |
| 11 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15069         | 15.220            | 707               | 0,0465           | RE                |
| 12 | <i>A. pintoi</i>                     | Vi 301          | 15.220            | 1.307             | 0,0859           | RE                |
| 13 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5821         | 15.220            | 2.672             | 0,1756           | RE                |
| 14 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5822         | 15.220            | 30.195            | 1,9839           | SU                |
| 15 | <i>A. repens</i>                     | Nc 1563         | 15.220            | 221.382           | 14,5454          | SU                |
| 16 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E3              | 15.220            | 542.763           | 35,6611          | SU                |
| 17 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. repens</i>  | E5              | 15.220            | 222.441           | 14,615           | SU                |
| 18 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E7              | 15.220            | 752.069           | 49,4132          | SU                |
| 19 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | C15(98)         | 15.220            | 829               | 0,0545           | RE                |
| 20 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | V1(59)          | 15.220            | 428.693           | 28,1664          | SU                |

<sup>(1)</sup> População inicial média do nematoide das galhas nas raízes por planta (Pi). <sup>(2)</sup> População final média do nematoide das galhas nas raízes por planta (Pf). <sup>(3)</sup> Fator de reprodução R (R). <sup>(4)</sup> Tipo de reação com base em R (TR): resistente (RE) e suscetível (SU).

Os detalhes dos genótipos 16 a 20 podem ser encontrados na Tabela 1.

**Tabela 11.** Classificação da resistência de *Arachis pintoi* e *Arachis repens* pela redução relativa do fator de reprodução R em relação ao padrão de suscetibilidade máxima.

| N  | Genótipo                             | Acesso          | RRE (%) <sup>(1)</sup> | CN <sup>(2)</sup> | TR <sup>(3)</sup> |
|----|--------------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | <i>A. pintoi</i> 'Alqueire-1'        | Alqueire-1      | 100                    | 6                 | AR                |
| 2  | <i>A. pintoi</i> 'Amarillo (MG-100)' | Amarillo MG-100 | 92                     | 4                 | MR                |
| 3  | <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'         | Belmonte        | 100                    | 6                 | AR                |
| 4  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi'       | AP 65 AC        | 96                     | 5                 | RE                |
| 5  | <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira'        | V 14950         | 99                     | 5                 | RE                |
| 6  | <i>A. pintoi</i>                     | V 6740          | 100                    | 6                 | AR                |
| 7  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13198         | 65                     | 3                 | PR                |
| 8  | <i>A. pintoi</i>                     | V 13211-1       | 85                     | 4                 | MR                |
| 9  | <i>A. pintoi</i>                     | V 14951         | 100                    | 6                 | AR                |
| 10 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15062         | 100                    | 6                 | AR                |
| 11 | <i>A. pintoi</i>                     | V 15069         | 100                    | 6                 | AR                |
| 12 | <i>A. pintoi</i>                     | Vi 301          | 100                    | 6                 | AR                |
| 13 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5821         | 100                    | 6                 | AR                |
| 14 | <i>A. pintoi</i>                     | Sv 5822         | 96                     | 5                 | RE                |
| 15 | <i>A. repens</i>                     | Nc 1563         | 71                     | 3                 | PR                |
| 16 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E3              | 28                     | 2                 | SU                |
| 17 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. repens</i>  | E5              | 70                     | 3                 | PR                |
| 18 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | E7              | 0                      | 1                 | AS                |
| 19 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | C15(98)         | 100                    | 6                 | AR                |
| 20 | <i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>  | V1(59)          | 43                     | 2                 | SU                |

<sup>(1)</sup> Redução do fator de reprodução R, em porcentagem, relativa ao padrão de suscetibilidade máxima, E7 (RRE).

<sup>(2)</sup> Classe de nota da RRE (CN). <sup>(3)</sup> Tipo de reação com base em RRE (TR): altamente resistente (AR), moderadamente resistente (MR), resistente (RE), pouco resistente (PR), suscetível (SU) e altamente suscetível (AS).

Os detalhes dos genótipos 16 a 20 podem ser encontrados na Tabela 1.

Os genótipos e seus valores genotípicos, em ordem decrescente, a acurácia de medição, os limites inferior e superior de cada média de valor genotípico e a média fenotípica são apresentados na Tabela 14, juntamente com o resultado do teste estatístico LSD.

O teste LSD é mais rigoroso que a observação dos limites inferiores e superiores dos intervalos de confiança (LIIC e LSIC) para separar estatisticamente os grupos de genótipos com base em seus valores genotípicos, pois o fator de multiplicação por SEP é maior (Resende, 2007). Desse modo, é esperado um menor número de grupos de médias com o teste LSD do que pelo critério da amplitude entre LIIC e LSIC, o que nem sempre é apropriado para a seleção de genótipos de interesse.

É possível selecionar os três melhores genótipos do grupo de 12 que classificaram para a análise de acordo com os critérios técnicos (Tabela 14). Esses três genótipos são todos *Arachis pintoi*, sendo V 14950, *Arachis pintoi* 'BRS Oquira', uma cultivar lançada pela Embrapa, e o genótipo Belmonte, *Arachis pintoi* 'Belomonte', cultivar lançada pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac).

Pelo critério de LIIC e LSIC em ordem decrescente de valores genotípicos, o híbrido C15(98) *Arachis pintoi* V 13211 x *Arachis pintoi* 'Belomonte' e todos os outros genótipos acima dele não diferem estatisticamente entre si, o que aumenta as chances de escolha para cruzamentos.

**Tabela 12.** Componentes de variância, herdabilidades, coeficiente de determinação, acurácia de seleção, coeficientes de variação e média genotípica geral de genótipos de amendoim forrageiro obtidos com o Modelo 20 no Selegen para a variável composta índice de desempenho geral (IDG).

| Símbolo           | Descrição resumida                 | INO <sup>(1)</sup> | NIN <sup>(2)</sup> |
|-------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Vg                | Variância genotípica               | 4,267832           | 1,175119           |
| Ve                | Variância residual                 | 0,211353           | 0,282120           |
| Vf                | Variância fenotípica individual    | 4,479185           | 1,457239           |
| h <sup>2</sup> g  | Herdabilidade no sentido amplo     | 0,952814 ± 0,4601  | 0,806401 ± 0,3279  |
| h <sup>2</sup> mc | Herdabilidade ao nível da média    | 0,983761           | 0,925904           |
| r <sup>2</sup> g  | Acurácia de seleção de clones      | 0,991847           | 0,962239           |
| CVgi%             | Coeficiente de variação genotípica | 22,939985          | 7,220441           |
| CVe%              | Coeficiente de variação residual   | 5,104976           | 3,537855           |
| CVr               | Coeficiente de variação relativa   | 4,493651           | 2,040909           |
| PEV               | Variância do erro de predição      | 0,069307           | 0,087072           |
| SEP               | Desvio padrão predito              | 0,263262           | 0,295080           |
| Mg                | Média geral                        | 9,005556           | 15,013333          |

<sup>(1)</sup> Ambiente inoculado (INO). <sup>(2)</sup> Ambiente não inoculado (NIN).

**Tabela 13.** Genótipos de amendoim forrageiro em ordem decrescente de média individual de valores genotípicos (BLUP), ganho possível e nova média possível, obtidos com o Modelo 20 no Selegen para a variável composta índice de desempenho geral (IDG).

| Ordem | Genótipo <sup>(1)</sup> | g <sup>(2)</sup> | u + g <sup>(3)</sup> | Ganho  | Nova média |
|-------|-------------------------|------------------|----------------------|--------|------------|
| 1     | V 14950                 | 1,7653           | 10,7709              | 1,7653 | 10,7709    |
| 2     | Sv 5821                 | 1,5030           | 10,5085              | 1,6341 | 10,6397    |
| 3     | Belmonte                | 1,2406           | 10,2462              | 1,5030 | 10,5085    |
| 4     | V 14951                 | 0,9783           | 9,9838               | 1,3718 | 10,3774    |
| 5     | V 15069                 | 0,9783           | 9,9838               | 1,2931 | 10,2987    |
| 6     | V 15062                 | 0,9783           | 9,9838               | 1,2406 | 10,2462    |
| 7     | C15(98)                 | 0,9783           | 9,9838               | 1,2032 | 10,2087    |
| 8     | V 6740                  | 0,4536           | 9,4592               | 1,1095 | 10,1150    |
| 9     | Alqueire-1              | -0,1038          | 8,9017               | 0,9746 | 9,9802     |
| 10    | Vi 301                  | -0,3990          | 8,6066               | 0,8373 | 9,8428     |
| 11    | AP 65 AC                | -4,1045          | 4,9011               | 0,3880 | 9,3936     |
| 12    | Amarillo MG-100         | -4,2684          | 4,7371               | 0,0000 | 9,0056     |

<sup>(1)</sup> Códigos de acesso. <sup>(2)</sup> Médias individuais (g). <sup>(3)</sup> Médias individuais acrescidas de constante (u + g).

Nas análises seguintes, considerando a variável IRS, foram calculados os componentes de variância, herdabilidades, acurácia de seleção, coeficientes de variação, variância do erro, desvio padrão e média genotípica geral de genótipos de amendoim forrageiro com o Modelo 20 no Selegen e os resultados encontram-se na Tabela 15.

Do mesmo modo que para a variável IDG, as médias de IRS foram ordenadas e aplicou-se o teste LSD, o qual permitiu a separação das médias em três grupos distintos estatisticamente, possibilitando a escolha segura dos melhores indivíduos com maiores médias no grupo a (Tabela 16). Devido à ocorrência de infecção e galhas em *A. pintoi*

'Alqueire-1', no EXP1, esse genótipo não deve estar entre os selecionados, considerando a característica resistência genética.

As médias individuais dos valores genotípicos (BLUP) e o ganho possível para a variável IRS estão apresentados na Tabela 17.

**Tabela 14.** Valores genotípicos, acurácia de medição, limites para interpretação e média fenotípica por genótipo após análise dos dados do ambiente inoculado (INO) com Modelo 20 para a variável composta índice de desempenho geral (IDG).

| Ordem | Genótipo <sup>(1)</sup> | VG <sup>(2)</sup> | r <sub>gg</sub> <sup>(3)</sup> | LIIC <sup>(4)</sup> | LSIC <sup>(5)</sup> | MFe <sup>(6)</sup> | Grupo VG |
|-------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------|
| 1     | V 14950                 | 10,7709           | 0,9496                         | 9,5019              | 12,0398             | 10,8000            | a        |
| 2     | Sv 5821                 | 10,5085           | 0,9496                         | 9,2396              | 11,7774             | 10,5333            | a        |
| 3     | Belmonte                | 10,2462           | 0,9496                         | 8,9773              | 11,5151             | 10,2667            | a        |
| 4     | V 14951                 | 9,9838            | 0,9496                         | 8,7149              | 11,2528             | 10,0000            | b        |
| 5     | V 15069                 | 9,9838            | 0,9496                         | 8,7149              | 11,2528             | 10,0000            | b        |
| 6     | V 15062                 | 9,9838            | 0,9496                         | 8,7149              | 11,2528             | 10,0000            | b        |
| 7     | C15(98)                 | 9,9838            | 0,9496                         | 8,7149              | 11,2528             | 10,0000            | b        |
| 8     | V 6740                  | 9,4592            | 0,9496                         | 8,1903              | 10,7281             | 9,4667             | b c      |
| 9     | Alqueire-1              | 8,9017            | 0,9496                         | 7,6328              | 10,1706             | 8,9000             | b c d    |
| 10    | Vi 301                  | 8,6066            | 0,9496                         | 7,3377              | 9,8755              | 8,6000             | b c d e  |
| 11    | AP 65 AC                | 4,9011            | 0,9496                         | 3,6322              | 6,1700              | 4,8333             | b c d e  |
| 12    | Amarillo MG-100         | 4,7371            | 0,9496                         | 3,4682              | 6,0061              | 4,6667             | b c d e  |
| LSD   |                         | 0,729718036       |                                |                     |                     |                    |          |

<sup>(1)</sup> Códigos de acesso. <sup>(2)</sup> Valores genotípicos (VG). <sup>(3)</sup> Acurácia (r<sub>gg</sub>). <sup>(4)</sup> Limite inferior do intervalo de confiança (LIIC).

<sup>(5)</sup> Limite superior do intervalo de confiança (LSIC). <sup>(6)</sup> Média fenotípica (MFe).

Grupos VG seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste LSD de Fischer.

**Tabela 15.** Componentes de variância, herdabilidades, acurácia de seleção, coeficientes de variação, variância do erro, desvio padrão e média genotípica geral de genótipos de amendoim forrageiro obtidos com o Modelo 20 no Selegen para a variável índice de resistência e sanidade (IRS).

| Símbolo           | Descrição resumida                 | IRS               |
|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Vg                | Variância genotípica               | 2,045251          |
| Ve                | Variância residual                 | 0,000007          |
| Vf                | Variância fenotípica individual    | 2,045259          |
| h <sup>2</sup> g  | Herdabilidade no sentido amplo     | 0,999996 ± 0,3651 |
| h <sup>2</sup> mc | Herdabilidade ao nível da média    | 0,999999          |
| r <sub>gg</sub>   | Acurácia de seleção                | 0,999999          |
| CVgi%             | Coeficiente de variação genotípica | 52,967512         |
| CVe%              | Coeficiente de variação residual   | 0,100992          |
| CVr               | Coeficiente de variação relativa   | 524,473956        |
| PEV               | Variância do erro de predição      | 0,000002          |
| SEP               | Desvio padrão predito              | 0,001574          |
| Mg                | Média geral                        | 2,7               |

**Tabela 16.** Valores genotípicos, acurácia de medição, limites para interpretação e média fenotípica por genótipo após análise dos dados do ambiente inoculado (INO) com Modelo 20 para a variável índice de resistência e sanidade (IRS).

| Ordem | Genótipo <sup>(1)</sup> | VG <sup>(2)</sup> | AcM <sup>(3)</sup> | LIIC <sup>(4)</sup> | LSIC <sup>(5)</sup> | MFe <sup>(6)</sup> | Grupo VG |
|-------|-------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------|
| 1     | Alqueire-1              | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 2     | V 14951                 | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 3     | V 14950                 | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 4     | Sv 5821                 | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 5     | V 15069                 | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 6     | V 6740                  | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 7     | Belmonte                | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 8     | V 15062                 | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 9     | Vi 301                  | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 10    | C15(98)                 | 4                 | 0,9913             | 3,6319              | 4,3681              | 4                  | a        |
| 11    | AP 65 AC                | 3                 | 0,9913             | 2,6319              | 3,3681              | 3                  | b        |
| 12    | Amarillo MG-100         | 3                 | 0,9913             | 2,6319              | 3,3681              | 3                  | b        |
| 13    | Sv 5822                 | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |
| 14    | V 13198                 | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |
| 15    | V 13211-1               | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |
| 16    | Nc 1563                 | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |
| 17    | E3                      | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |
| 18    | E5                      | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |
| 19    | E7                      | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |
| 20    | V1(59)                  | 1                 | 0,9913             | 0,6319              | 1,3681              | 1                  | c        |

<sup>(1)</sup> Códigos de acesso. <sup>(2)</sup> Valores genotípicos (VG). <sup>(3)</sup> Acurácia da medição (AcM). <sup>(4)</sup> Limite inferior do intervalo de confiança (LIIC). <sup>(5)</sup> Limite superior do intervalo de confiança (LSIC). <sup>(6)</sup> Média fenotípica (MFe).

Grupos VG seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste LSD de Fischer.

Com intensidade de seleção de 10,00% do total de genótipos avaliados, foram selecionados *A. pintoi* 'BRS Oquira', V 14950, na primeira posição no *rank* e, em seguida, o genótipo *A. pintoi* Sv 5821. *Arachis pintoi* 'Belomonte', em terceira posição, foi melhor que 85,00% dos genótipos avaliados e constitui uma boa fonte de genes para cruzamentos e melhoramento genético quanto à produção de biomassa fresca de forragem e resistência a *Meloidogyne javanica* (Tabela 18). Esse genótipo foi, possivelmente, responsável por elevar a posição do híbrido *Arachis pintoi* V 13211-1 x *Arachis pintoi* 'Belomonte' C15(98) no *rank*, em relação ao genitor *Arachis pintoi* V 13211-1. Por outro lado, o híbrido E3 de *A. pintoi* 'BRS Mandobi' x *A. pintoi* 'Belomonte'

teve baixo índice I, mostrando que o vigor de híbrido depende da combinação de genes específicos.

Assis et al. (2008), utilizando abordagem semelhante com o índice de seleção de Elston (1963) com adaptações, constataram que 'Belomonte', 'Amarillo MG-100' e 'BRS Mandobi', nessa ordem, foram os melhores dentre sete genótipos avaliados quanto à produção de biomassa e cobertura do solo.

A resistência genética de plantas às espécies de *Meloidogyne* é definida como uma ou mais características que inibem a reprodução de uma ou mais espécies desse gênero (Taylor; Sasser, 1978). A resistência genética à doença causada pelo parasita é, também, uma ou mais características da planta, que diminuem a intensidade da doença (Barker, 1993),

tendo em vista que reduzem o desenvolvimento e/ou a reprodução do nematoide fitopatogênico.

No ecossistema, o escape das plantas e os fatores antagônicos aos fitonematoides se somam à tolerância e/ou resistência, para a persistência das forrageiras em nível satisfatório no ambiente.

A intolerância, por outro lado, causa um efeito mais prejudicial à planta, pois, com a menor reprodução do nematoide no genótipo, a redução de crescimento é ainda maior do que no genótipo suscetível (Roberts, 2002), resultando em um dano maior.

**Tabela 17.** Genótipos de amendoim forrageiro em ordem decrescente de média individual de valores genotípicos ( $g$ ,  $u + g$ ), ganho possível e nova média possível obtidos com o Modelo 20 no Selegen para a variável Índice de resistência e sanidade (IRS).

| Ordem | Genótipo <sup>(1)</sup> | $g$ <sup>(2)</sup> | $u + g$ <sup>(3)</sup> | Ganho  | Nova média |
|-------|-------------------------|--------------------|------------------------|--------|------------|
| 1     | Alqueire-1              | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 2     | V 14951                 | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 3     | V 14950                 | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 4     | Sv 5821                 | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 5     | V 15069                 | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 6     | V 6740                  | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 7     | Belmonte                | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 8     | V 15062                 | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 9     | Vi 301                  | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 10    | C15(98)                 | 1,3000             | 4,0000                 | 1,3000 | 4,0000     |
| 11    | AP 65 AC                | 0,3000             | 3,0000                 | 1,2091 | 3,9091     |
| 12    | Amarillo (MG-100)       | 0,3000             | 3,0000                 | 1,1333 | 3,8333     |
| 13    | Sv 5822                 | -1,7000            | 1,0000                 | 0,9154 | 3,6154     |
| 14    | V 13198                 | -1,7000            | 1,0000                 | 0,7286 | 3,4286     |
| 15    | V 13211-1               | -1,7000            | 1,0000                 | 0,5667 | 3,2667     |
| 16    | Nc 1563                 | -1,7000            | 1,0000                 | 0,4250 | 3,1250     |
| 17    | E3                      | -1,7000            | 1,0000                 | 0,3000 | 3,0000     |
| 18    | E5                      | -1,7000            | 1,0000                 | 0,1889 | 2,8889     |
| 19    | E7                      | -1,7000            | 1,0000                 | 0,0895 | 2,7895     |
| 20    | V1(59)                  | -1,7000            | 1,0000                 | 0,0000 | 2,7000     |

<sup>(1)</sup> Códigos de acesso. <sup>(2)</sup> Médias individuais ( $g$ ). <sup>(3)</sup> Médias individuais acrescidas de constante ( $u + g$ ).

**Tabela 18.** Classificação dos genótipos de amendoim forrageiro com indicação de *rank* para seleção das melhores plantas, considerando duas características simultaneamente (índice de resistência e sanidade e índice de biomassa fresca de forragem) e o índice de seleção (I).

| Genótipo                                                       | Acesso            | I       | Rank |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|---------|------|
| <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira'                                  | V 14950           | 7,71562 | 1    |
| <i>A. pintoi</i>                                               | Sv 5821           | 6,8052  | 2    |
| <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'                                   | Belmonte          | 5,89446 | 3    |
| <i>A. pintoi</i>                                               | V 14951           | 4,98404 | 4    |
| <i>A. pintoi</i>                                               | V 15069           | 4,98404 | 5    |
| <i>A. pintoi</i>                                               | V 15062           | 4,98404 | 6    |
| <i>A. pintoi</i> V 13211 x <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'        | C15(98)           | 4,98404 | 7    |
| <i>A. pintoi</i>                                               | V 6740            | 3,16288 | 8    |
| <i>A. pintoi</i> 'Alqueire-1'                                  | Alqueire-1        | 1,34204 | 9    |
| <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi'                                 | AP 65 AC          | 0,91706 | 10   |
| <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. pintoi</i> V 6740       | E7                | 0,4313  | 11   |
| <i>A. pintoi</i>                                               | Vi 301            | 0,4313  | 12   |
| <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. pintoi</i> 'Belomonte'  | E3                | 0,34026 | 13   |
| <i>A. pintoi</i> 'Amarillo (MG-100)'                           | Amarillo (MG-100) | 0,29472 | 14   |
| <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. repens</i> Nc 1563      | E5                | 0,2492  | 15   |
| <i>A. pintoi</i> 'BRS Mandobi' x <i>A. pintoi</i> 'BRS Oquira' | V1(59)            | 0,2492  | 16   |
| <i>A. pintoi</i>                                               | Sv 5822           | 0,0671  | 17   |
| <i>A. pintoi</i>                                               | V 13198           | 0,0671  | 18   |
| <i>A. pintoi</i>                                               | V 13211-1         | 0,0671  | 19   |
| <i>A. repens</i>                                               | Nc 1563           | 0,0671  | 20   |

## Conclusões

- 1) Há variabilidade fenotípica e genotípica significativa para o melhoramento genético entre os genótipos da população de amendoim forrageiro avaliada.
- 2) *Arachis pintoi* apresentou genótipos suscetíveis e genótipos altamente resistentes a *Meloidogyne javanica* raça 1, enquanto *A. repens* foi altamente resistente a essa raça.
- 3) As cultivares comerciais avaliadas foram altamente resistentes a *Meloidogyne javanica* raça 1, exceto *Arachis pintoi* 'Alqueire-1' que é suscetível a essa raça.
- 4) No experimento de longa duração e pelo critério de valor máximo dos índices de doença e de reprodução do nematoide das galhas nas raízes, *Arachis pintoi* apresentou genótipos nas classes resistente, moderadamente resistente e altamente suscetível à população utilizada de *Meloidogyne javanica* raça ni.
- 5) A resistência genética de *A. pintoi* e *A. repens* a *Meloidogyne javanica* raça 1 e *Meloidogyne javanica* raça ni foi diferencial por população do nematoide.
- 6) Os genótipos *A. pintoi* 'BRS Oquira' e *A. pintoi* Sv 5821 formaram o grupo de 10,00% superiores e foram escolhidos pelo índice de seleção que combina resistência genética ao nematoide das galhas nas raízes e produção de biomassa fresca de forragem.
- 7) Novos estudos com diferentes espécies e populações de *Meloidogyne* spp. devem ser realizados com o objetivo de desenvolver tecnologias sustentáveis para o controle desses fitonematoides.

## Agradecimentos

À Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (Unipasto) e seus associados e gestores, com destaque ao Sr. Marcos Roveri, Olaiana Costa e Ângela Cunegundes pelo apoio financeiro ao projeto; ao colega Dr. Judson Ferreira Valentim pela dedicação ao amendoim forrageiro perene e apoio contínuo no desenvolvimento e ampliação de adoção das tecnologias de amendoim forrageiro no Brasil.

## Referências

- ANDRADE, C. M. S.; ASSIS, G. M. L. de; FAZOLIN, M.; GONÇALVES, R. C.; SALES, M. F. L.; VALENTIM, J. F.; ESTRELA, J. L. V. **Capim-tangola**: gramínea forrageira recomendada para solos de baixa permeabilidade do Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009. 63 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/661855>. Acesso em: 10 out. 2023.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; VALLE, L. A. R. do. Desempenho de nove acessos e duas cultivares de "*Brachiaria*" spp. em solos de baixa permeabilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, RS. **Otimizando a produção animal**: anais. Brasília, DF: SBZ, 2003. 6 p. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1097741>. Acesso em: 10 out. 2023.
- ASSIS, G. M. L. de. Principais características de *Arachis pintoi* 'BRS Mandobi'. In: ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de (ed.). **Produção de sementes de Arachis pintoi 'BRS Mandobi' no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2011. (Embrapa Acre. Sistema de produção, 4). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/913652/1/24115.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F. Programa de melhoramento genético do amendoim forrageiro: avaliação agronômica de acessos no Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, n. 8, p. 273-283, jan./jun. 2009. Disponível em: <https://www.bancoamazonia.com.br/index.php/component/edocman/publicacoes/revista-amazonia-ciencia-desenvolvimento>. Acesso em: 10 out. 2023.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; AZEVEDO, J.; FERREIRA, A. S. M. A. de. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1905-1911, nov. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001100001>.
- BARKER, K. R. Resistance/tolerance and related concepts/terminology in plant nematology. **Plant Disease**, v. 77, n. 2, p. 111-113, Feb. 1993.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289 p.
- BYRD JUNIOR, D. W.; FERRIS, H.; NUSBAUM, C. J. A method for estimating numbers of eggs of *Meloidogyne* spp. in soil. **Journal of Nematology**, v. 4, n. 4, p. 266-269, Oct. 1972.
- CANTO-SÁENZ, M. La naturaleza de la resistencia de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949. In: RESEARCH & PLANNING CONFERENCE ON ROOT-KNOT NEMATODES MELOIDOGYNE SPP., 3., 1982, Region II (Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Peru, Uruguay, Venezuela). **Proceedings** [...]. Raleigh, NC: North Carolina State University, 1982.
- CANTO-SÁENZ, M. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. (ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne**: biology and control. Raleigh, NC: North Carolina State University Graphics, 1985. v. 1, p. 225-231.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; CARNEIRO, R. G.; NEVES, D. I. das; ALMEIDA, M. R. A. Nova raça de *Meloidogyne javanica* detectada em *Arachis pintoi* no Estado do Paraná. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 219-221, dez. 2003. Disponível em: <https://nematologia.com.br/index.php?page=brasileira>. Acesso em: 10 out. 2023.
- CARVALHO, M. A.; QUESENBERRY, K. H. Characterization of *Meloidogyne arenaria*, *M. javanica*, and *M. incognita* reaction of the USA *Arachis pintoi* (Krapov. & W.C. Gregory) germplasm collection. **Peanut Science**, v. 36, n. 2, p. 121-125, July 2009. Disponível em: <https://peanutscience.com/article/id/1072/>. Acesso em: 10 out. 2023.
- CHAKRABORTY, S. Grassland plant diseases: management and control. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. **Proceedings** [...]. Piracicaba: FEALQ, 2001. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/igc/19/5/5>. Acesso em: 10 out. 2023.
- COOLEN, W. A., D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extration of nematodes from plant tissue**. Belgium: State Agriculture Research Center, 1972. p. 77.
- CRUZ, C. D. da. **Programa GENES**: estatística experimental e matrizes. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 285 p.
- ELSTON, R. C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, v. 19, n. 1, p. 85-97, Mar. 1963. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2527573>.

FONSECA, S. M. da; RESENDE, M. D. V. de; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. da S.; ASSIS, T. V. de; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2010. 200 p.

HARTMAN, K. M.; SASSER, J. N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: BARKER, K. R.; CARTER, C. C.; SASSER, J. N. (ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne: methodology**. Raleigh, NC: North Carolina State University Graphics, 1985. v. 2, p. 69-77. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=gNo4AQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=gNo4AQAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 10 out. 2023.

HENDERSON, C. R. **Applications of linear models in animal breeding**. Guelph: University Guelph Press, 1984. 423 p.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparasion of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, n. 12, p. 1025-1028, 1973. Disponível em: <https://catalog.hathitrust.org/Record/000641918>. Acesso em: 10 out. 2023.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096>. Acesso em: 10 out. 2023.

MOURA, R. M. de; REGIS, E. M. de O. Reações de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) em relação ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* *Meloidogyne incognita* (Nematoda: Heteroderidae). **Nematologia Brasileira**, v. 11, fascículo único, p. 215-225, 1987. Disponível em: <https://nematologia.com.br/index.php?page=brasileira>. Acesso em: 10 out. 2023.

OOSTENBRINK, M. **Major characteristics of the relation between nematodes and plants**. Wageningen: Veenman, 1966. 46 p. (Mededelingen. Landbouwhogeschool Wageningen, 66-4; Mededeling. Laboratorium voor phytopathologie. Serie nematodologie, 42).

RESENDE, M. D. V. de. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 57 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 100). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/298794>. Acesso em: 10 out. 2023.

RESENDE, M. D. V. de. **O Software Selegen-Reml/Blup – Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada**: manual complementar do Selegen-Reml/Blup. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2017. 29 p. Disponível em: [http://www.incaper.es.gov.br/congressos/cbmp/apresentacoes/minicursos/Minicurso2\\_SelegenManual.pdf](http://www.incaper.es.gov.br/congressos/cbmp/apresentacoes/minicursos/Minicurso2_SelegenManual.pdf). Acesso em: 30 nov. 2022.

RESENDE, M. D. V. de. **SELEGEN-REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 259 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/290975>. Acesso em: 10 out. 2023.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, p. 330-339, Dec. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332016v16n4a49>.

ROBERTS, P. A. Concepts and consequences of resistance. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (ed.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Wallingford, UK: CABI International, 2002. p. 23-41.

SASSER, J. N.; CARTER, C. C.; HARTMAN, K. M. **Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes**. Raleigh, NC: North Carolina State University Graphics, 1984. 7 p.

SHARMA, S. B.; ANSARI, M. A.; VARAPRASAD, K. S.; SINGH, A. K.; REDDY, L. J. Resistance to *Meloidogyne javanica* in wild *Arachis* species. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 46, n. 6, p. 557-568, Dec. 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008754812257>. Acesso em: 10 out. 2023.

TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. Breeding plant cultivars for resistance to *Meloidogyne* species. In: TAYLOR, A. L.; SASSER, J. N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)**. Raleigh, NC: North Carolina State University Graphics, 1978. 111 p.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; SALES, M. F. L. **Amendoim forrageiro Belmonte**: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 18 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 43). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/503361>. Acesso em: 10 out. 2023.

