

DANIELA POPIM MIQUELONI



**VARIABILIDADE GENÉTICA EM AMENDOIM FORRAGEIRO VIA  
MODELOS MISTOS E ANÁLISE MULTIVARIADA**

RIO BRANCO - AC

2018

DANIELA POPIM MIQUELONI

**VARIABILIDADE GENÉTICA EM AMENDOIM FORRAGEIRO VIA  
MODELOS MISTOS E ANÁLISE MULTIVARIADA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Giselle M. Lessa de Assis

RIO BRANCO - AC

2018

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

M669v Miqueloni, Daniela Popim, 1985-  
Variabilidade genética em amendoim forrageiro via modelos mistos e análise multivariada / Daniela Popim Miqueloni. – 2018.  
161 f. : il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Produção Vegetal. Rio Branco, 2018.

Inclui Referências bibliográficas e anexos.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Giselle M. Lessa de Assis.

1. Amendoim forrageiro – Características. 2. Variação genotípica.  
3. Desempenho. I. Título.

CDD: 630

DANIELA POPIM MIQUELONI

VARIABILIDADE GENÉTICA EM AMENDOIM FORRAGEIRO VIA MODELOS MISTOS E  
ANÁLISE MULTIVARIADA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



---

**Dra. Giselle Mariano Lessa de Assis (Orientadora)**  
Embrapa Acre



---

**Dr. Vanderley Borges dos Santos (Membro)**  
Universidade Federal do Acre



---

**Dra. Lidianne Assis Silva (Membro)**  
Universidade Federal do Acre



---

**Dr. José Marques Carneiro Júnior (Membro)**  
Embrapa Acre



---

**Dr. Judson Ferreira Valentim (Membro)**  
Embrapa Acre

*A Fernando,  
Dedico e Ofereço.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre, pela possibilidade de ingresso na primeira turma institucional de doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal.

À Dra. Giselle Mariano L. de Assis, pela orientação exigente e incondicional.

À Embrapa Acre, por oferecer as condições de trabalho e estudo.

Ao Professor Dr. Vanderley Borges, por sua disposição e suporte sempre.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPAC, pelo apoio financeiro.

A todos os professores do PPG em Agronomia – Produção Vegetal, PPGESPA, PPG-CITA e PPG-BIONORTE, que contribuíram para a minha formação.

Aos membros da banca de qualificação, pelos valiosos ensinamentos.

Aos vários analistas, técnicos, assistentes, bolsistas e estagiários, que trabalharam durante anos nos ensaios para a coleta dos dados utilizados neste estudo.

À Natália Athayde, pela paciência e ajuda com os dados bromatológicos.

Às bibliotecárias da Embrapa Acre, Gil Melo e Renata Seabra, que nunca falharam.

Aos companheiros de curso, Paulo Beber e Cléia Santos, pela troca de experiências e ajuda; aos amigos e colegas de Pós-graduação, pelo convívio enriquecedor e pelas conversas de incentivo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a construção deste trabalho.

Em especial, a Fernando Pretti, pelo apoio que tornou tudo isso possível.

Muito obrigada!

*“Não resta dúvida de que todo o nosso conhecimento começa pela experiência; efetivamente, que outra coisa poderia despertar e pôr em ação a nossa capacidade de conhecer senão os objetos que afetam os sentidos e que, por um lado, originam por si mesmos as representações e, por outro lado, põem em movimento a nossa faculdade intelectual e levam-na a compará-las, ligá-las ou separá-las, transformando assim a matéria bruta das impressões sensíveis num conhecimento que se denomina experiência? Assim, na ordem do tempo, nenhum conhecimento precede em nós a experiência e é com esta que todo o conhecimento tem o seu início.”*

Immanuel Kant  
Crítica da Razão Pura

## RESUMO

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Greg. e *Arachis repens* Handro) é uma leguminosa perene com alta capacidade de consorciação com gramíneas, proporcionando melhoria da qualidade da forragem para alimentação animal e redução do uso de insumos na manutenção das pastagens. A variabilidade genética das espécies de amendoim forrageiro ainda não é totalmente conhecida, porém estudos indicam o potencial de melhoria das cultivares já lançadas. Assim, este trabalho teve como objetivos estimar parâmetros genéticos e predizer valores genotípicos via modelos mistos, selecionar genótipos voltados à produção de forragem e uso ornamental, propagados por sementes, e indicar genitores divergentes para o programa de hibridação, de forma a prover subsídios ao programa de melhoramento da espécie. Foram analisados dados de três ensaios de avaliação de genótipos de amendoim forrageiro, em blocos completos casualizados, separados temporalmente. O primeiro ensaio foi instalado em dezembro de 2005, com 19 genótipos e oito avaliações; o segundo, instalado em dezembro de 2008, com 16 genótipos e oito avaliações; e o terceiro, instalado em dezembro de 2011, com 33 genótipos e doze avaliações. Todos os ensaios avaliaram genótipos distintos e tiveram as cultivares Belmonte e BRS Mandobi como testemunhas comuns. Foram avaliadas características agrônômicas (ocorrência de pragas e de doenças, florescimento, vigor e altura da planta, produção de matéria seca total e de folhas) e bromatológicas (teores de proteína bruta e de fibra em detergente ácido e neutro), além da produção de sementes. Os dados foram analisados pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP), para a estimação dos parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos. Os valores genotípicos foram utilizados para o estudo de divergência entre genótipos, dentro de cada ensaio, pela estatística multivariada e utilizados na aplicação dos índices de seleção. Houve variabilidade para a maioria das características analisadas, possibilitando ganhos de seleção com alta consistência entre ensaios. A produção de sementes foi inversamente correlacionada às características relacionadas à produção de forragem. Houve estruturação semelhante de características entre ensaios, indicando cobertura do solo, produção de matéria seca e altura como as mais importantes na discriminação de genótipos. A seleção baseada em caracteres agrônômicos relacionados à produção de forragem pode ser realizada no período seco do ano com alta acurácia. Há possibilidade de seleção de genótipos de amendoim forrageiro com propagação por sementes para uso como forragem e fins ornamentais. A propagação vegetativa favorece o vigor, a cobertura do solo e a produção de matéria seca das plantas. Há potencial de seleção de genitores altamente divergentes no Banco Ativo de Germoplasma para hibridação voltados à produção de forragem e propagados por sementes.

**Palavras-chave:** *Arachis pintoi* e *A. repens*. Variação genotípica. Desempenho.

## ABSTRACT

Forage peanut (*Arachis pinto* Krapov. & W. C. Greg. e *Arachis repens* Handro) is an perennial legume with high capacity of consorciation with grasses, providing improvement of forage quality for animal feeding and reduction of inputs use in the pasture maintenance. The genetic variability of the forage peanut species is not fully known yet, but studies indicate the potential for improvement of cultivars already released. Thus, the objective of this work was to estimate genetic parameters and to predict genotypic values by mixed models, to select genotypes for forage production and ornamental use, propagated by seeds, and to indicate divergent genitors for the hybridization program, in order to provide subsidies for the breeding program of the species. Data from three evaluation trials of forage peanut genotypes were analyzed in randomized complete blocks, and trials temporally separated. The first trial was installed in December 2005, with 19 genotypes and eight evaluations; the second trial was installed in December 2008, with 16 genotypes and eight evaluations; and the third trial was installed in December 2011, with 33 genotypes and twelve evaluations. All trials evaluated distinct genotypes and had the cultivars Belmonte and BRS Mandobi as common controls. Agronomic (pest and disease occurrence, flowering and plant vigor, plant height, total dry matter production and dry matter production of leaves) and bromatological (crude protein and acid and neutral detergent fiber content), besides seed production traits were evaluated. Data were analyzed by mixed model (REML/BLUP) methodology to estimate genetic parameters and prediction of genotypic values. The genotypic values were used to study the genetic divergence between genotypes, within each trial, by multivariate statistic and used in the application of selection index. There was variability for most of the traits analyzed, allowing selection gains with high consistency between trials. Seed production was inversely correlated with traits related to forage production. There was similar structure of traits between trials, indicating soil cover, total dry matter production and plant height as the most important traits in genotype discrimination. The selection based on agronomic traits related to forage production can be performed in the dry season of the year with high accuracy. There is possibility of selection of forage peanuts genotypes with seed propagation for forage and ornamental use. Vegetative propagation favors vigor, soil cover and dry matter production of plants. There is potential of selection of highly divergent genitors in the Germplasm Active Bank for hybridization aimed to forage production and propagated by seeds.

**Key words:** *Arachis pinto* e *A. repens*. Genotypic variation. Performance.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Agrupamento hierárquico dos genótipos de amendoim forrageiro, pelo método de Ward com base na distância Euclidiana dos valores genotípicos, segundo as variáveis florescimento, cobertura do solo, altura da planta, teor de proteína bruta, produção de matéria seca e produção de sementes, dos Ensaios I (A); II (B) e III (C). ..... 123
- Figura 2 – Dispersão tridimensional dos genótipos de amendoim forrageiro no Ensaio I, realizado entre os anos de 2006 e 2008, segundo seus escores nos três primeiros componentes principais. .... 127
- Figura 3 – Dispersão tridimensional dos genótipos de amendoim forrageiro no Ensaio II, realizado entre os anos de 2009 e 2011, segundo seus escores nos três primeiros componentes principais. .... 128
- Figura 4 – Dispersão tridimensional dos genótipos de amendoim forrageiro no Ensaio III, realizado entre os anos de 2011 e 2013, segundo seus escores nos três primeiros componentes principais. .... 129

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Datas e intervalos de avaliação de genótipos de amendoim forrageiro para caracteres agronômicos e bromatológicos em três ensaios realizados no período chuvoso e seco. Rio Branco, AC .....	51
Tabela 2 – Herdabilidades individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ), coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação ( $c^2_m$ ) e de ambiente permanente ( $c^2_p$ ), correlação genotípica através das avaliações ( $r_m$ ), herdabilidades médias de parcela ( $h^2_m$ ), acurácia de seleção (Ac), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) e residual ( $CV_e$ ) e repetibilidade individual (r) na análise conjunta dos períodos para os três ensaios de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC.....	56
Tabela 3 – Estimativa do número mínimo de medições para os caracteres agronômicos e bromatológicos de acordo com o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para genótipos de amendoim forrageiro nos períodos de chuva e seca e na análise conjunta de períodos nos três ensaios. Rio Branco, AC .....	60
Tabela 4 – Médias genotípicas para os Ensaios I, II e III de genótipos de amendoim forrageiro na análise conjunta de seca e chuva e para os períodos separadamente. Rio Branco, AC .....	61
Tabela 5 – Herdabilidades individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ), coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação ( $c^2_m$ ) e de ambiente permanente ( $c^2_p$ ), correlação genotípica através das avaliações ( $r_m$ ), herdabilidades médias de parcela ( $h^2_m$ ), acurácia de seleção (Ac), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) e residual ( $CV_e$ ) e repetibilidade individual (r) no período de chuva para os três ensaios de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC .....	63
Tabela 6 – Herdabilidades individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ), coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação ( $c^2_m$ ) e de ambiente permanente ( $c^2_p$ ), correlação genotípica através das avaliações ( $r_m$ ), herdabilidades médias de parcela ( $h^2_m$ ), acurácia de seleção (Ac), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) e residual ( $CV_e$ ) e repetibilidade individual (r) no período de seca para os Ensaios II e III de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC .....	67
Tabela 7 – Correlações genotípicas entre as características agronômicas e bromatológicas de amendoim forrageiro no Ensaio I, realizado entre os anos de 2006 e 2008, no período de chuva e na análise conjunta. Rio Branco, AC.....	69
Tabela 8 – Correlações genotípicas entre as características agronômicas e bromatológicas de amendoim forrageiro no Ensaio II, realizado entre os anos de 2009 e 2011, nos períodos de chuva (abaixo da diagonal) e seca (acima da diagonal) e na análise conjunta de períodos. Rio Branco, AC.....	70
Tabela 9 – Correlações genotípicas entre as características agronômicas e bromatológicas de amendoim forrageiro no Ensaio III, realizado entre os anos de 2011 e 2013, nos períodos de chuva (abaixo da diagonal) e seca (acima da diagonal) e na análise conjunta de períodos. Rio Branco, AC.....	71

Tabela 10 – Critérios de seleção utilizados segundo a finalidade de uso para os genótipos de amendoim forrageiros nos três ensaios. Rio Branco, AC .....	85
Tabela 11 – Estimativas de parâmetros genéticos para produção de sementes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e suas correlações genóticas com as características agronômicas e bromatológicas obtidas em três ensaios de avaliação de amendoim forrageiro. Rio Branco, AC .....	86
Tabela 12 – Valores genéticos para os caracteres agronômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro no Ensaio I, realizado entre os anos de 2006 e 2008. Rio Branco, AC .....	90
Tabela 13 – Valores genéticos para os caracteres agronômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro no Ensaio II, realizado entre os anos de 2009 e 2011. Rio Branco, AC .....	91
Tabela 14 – Valores genéticos para os caracteres agronômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro no Ensaio III, realizado entre os anos de 2011 e 2013. Rio Branco, AC .....	92
Tabela 15 – Genótipos de amendoim forrageiro indicados para fins ornamentais, visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção. Rio Branco, AC.....	96
Tabela 16 – Média dos genótipos selecionados, média da população e ganhos (%) obtidos pela seleção de genótipos de amendoim forrageiro para fins ornamentais, visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção para os três ensaios. Rio Branco, AC.....	98
Tabela 17 – Genótipos indicados para uso como forragem visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção. Rio Branco, AC.....	101
Tabela 18 – Média dos genótipos selecionados, média da população e ganhos (%) obtidos pela seleção de genótipos de amendoim forrageiro para uso como forragem, visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção para os três ensaios. Rio Branco, AC.....	103
Tabela 19 – Variâncias genética ( $\sigma^2_g$ ), da interação genótipo x avaliações ( $\sigma^2_m$ ) de parcela permanente ( $\sigma^2_p$ ), residual ( $\sigma^2_e$ ) e médias dos ensaios de avaliação dos acessos de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC.....	119
Tabela 20 – Autovalores, autovetores e variâncias acumuladas dos componentes principais (CP) dos ensaios de amendoim forrageiro. Rio Branco, AC.....	121
Tabela 21 – Médias genéticas e desvios padrão dos grupos de genótipos de amendoim forrageiro avaliados em três ensaios, segundo agrupamento hierárquico. Rio Branco, AC.....	125

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Identificação dos genótipos nos três ensaios de amendoim forrageiro. Rio Branco, AC .....	157
ANEXO B – Precipitação ao longo do período de avaliação dos ensaios de amendoim forrageiro e valor médio histórico (1969 a 2016) para a região (INMET, 2017). Ensaio I (A); Ensaio II (B); Ensaio III (C).....	159
ANEXO C – Características químicas dos solos da área experimental de cada ensaio de amendoim forrageiro, coletados na profundidade de 0–20 cm. Rio Branco, AC.....	160
ANEXO D – Escala de severidade de danos na planta e área de incidência na parcela de pragas e doenças para o amendoim forrageiro. Rio Branco, AC.....	161

## LISTA DE SIGLAS

ACP	- Análise de componentes principais
AIC	- Critério de Informação de Akaike
AICC	- Critério de Informação de Akaike Corrigido
BAG	- Banco Ativo de Germoplasma
BIC	- Critério de Informação Bayesiano
BLUP	- Melhor preditor linear não viesado ( <i>Best Linear Unbiased Prediction</i> )
CP	- Componente principal
cv.	- Cultivar
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA	- Teor de fibra em detergente ácido
FDN	- Teor de fibra em detergente neutro
IC	- Intervalo de confiança
IM	- Índice multiplicativo
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
ISP	- Índice de soma de postos
LRT	- Teste da razão de verossimilhança ( <i>Likelihood Ratio Test</i> )
PB	- Teor de proteína bruta
PMST	- Produção de matéria seca total
PMSF	- Produção de matéria seca de folhas
REML	- Máxima verossimilhança restrita ( <i>Restricted Maximum Likelihood</i> )
UA	- Unidade animal
UPGMA	- Agrupamento de pares não-ponderados baseado na média aritmética ( <i>Unweighted Pair-Group with Arithmetic Mean</i> )

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu$	- Média geral
$\lambda$	- Autovetor associado a um parâmetro do modelo estatístico
$\chi^2$	- Distribuição de qui quadrado
$\sigma_e^2$	- Variância residual
$\sigma_f^2$	- Variância fenotípica
$\sigma_g^2$	- Variância genotípica
$\sigma_m^2$	- Variância da interação genótipo x avaliações
$\sigma_p^2$	- Variância dos efeitos de parcela permanente
Ac	- Acurácia de seleção
$b$	- Número de blocos
$c_g^2$	- Coeficiente de determinação dos efeitos genotípicos
$c_m^2$	- Coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliações
$c_p^2$	- Coeficiente de determinação dos efeitos de parcela permanente
$CV_e$	- Coeficientes de variação residual
$CV_g$	- Coeficientes de variação genética
$d$	- Distância entre dois elementos
$g$	- Efeito genotípico ou número de genótipos
$h_g^2$	- Herdabilidade individual no sentido amplo
$h_m^2$	- Herdabilidade média no sentido amplo
$m$	- Número de avaliações
$p$	- Número de características
$P$	- Soma de postos
$q$	- Nível de corte
$r$	- Repetibilidade
$R^2$	- Coeficiente de determinação
$r_m$	- Repetibilidade média
$t$	- Valor tabelado da distribuição de Student

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE <i>Arachis pintoi</i> .....	20
2.1.1 Uso como forragem .....	25
2.1.2 Uso ornamental .....	26
2.2 VARIABILIDADE GENÉTICA.....	27
2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO.....	28
2.4 INTERAÇÃO GENÓTIPO E AMBIENTE.....	30
2.5 ANÁLISE DE DADOS LONGITUDINAIS .....	31
2.5.1 Componentes de variância e equações de modelos mistos .....	32
2.5.1.1 <i>Modelo individual</i> .....	33
2.5.1.2 <i>Modelo de cortes</i> .....	34
2.5.1.3 <i>Estruturas de variâncias e covariâncias residuais</i> .....	36
2.5.2 Análise multivariada.....	39
2.5.2.1 <i>Agrupamento hierárquico</i> .....	40
2.5.2.2 <i>Agrupamento não hierárquico</i> .....	41
2.5.2.3 <i>Análise de componentes principais</i> .....	42
2.5.3 Índices de seleção .....	42
2.5.3.1 <i>Índice com base em soma de postos</i> .....	44
2.5.3.2 <i>Índice "livre de pesos" e "livre de parâmetros"</i> .....	45
<b>3 CAPÍTULO I</b> .....	46
<b>VARIABILIDADE GENÉTICA EM AMENDOIM FORRAGEIRO: 1. PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO</b> .....	46
<b>RESUMO</b> .....	47
<b>ABSTRACT</b> .....	48
3.1 INTRODUÇÃO.....	49
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
3.3.1 Período conjunto de seca e chuva.....	55
3.3.2 Período de chuva.....	62
3.3.3 Período de seca.....	66
3.3.4 Correlações genotípicas .....	68

3.4 CONCLUSÕES.....	74
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>
<b>4 CAPÍTULO II.....</b>	<b>79</b>
<b>VARIABILIDADE GENÉTICA EM AMENDOIM FORRAGEIRO: 2. SELEÇÃO MULTICARACTERÍSTICA PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E FINS ORNAMENTAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>80</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>81</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	82
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	83
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
4.3.1 Estimativas de parâmetros genéticos para produção de sementes.....	86
4.3.2 Valores genotípicos dos caracteres agronômicos.....	89
4.3.3 Seleção para fins ornamentais.....	95
4.3.3.1 <i>Propagação por sementes</i> .....	97
4.3.3.2 <i>Propagação vegetativa</i> .....	99
4.3.4 Seleção para uso como forragem.....	100
4.3.4.1 <i>Propagação por sementes</i> .....	102
4.3.4.2 <i>Propagação vegetativa</i> .....	102
4.4 CONCLUSÕES.....	105
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>106</b>
<b>5 CAPÍTULO III.....</b>	<b>110</b>
<b>DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE AMENDOIM FORRAGEIRO COM BASE EM CARACTERES AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS.....</b>	<b>110</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>111</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>112</b>
5.1 INTRODUÇÃO.....	113
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	114
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	118
5.4 CONCLUSÕES.....	131
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>132</b>
<b>6 CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	<b>136</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>137</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>156</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2017, a pecuária brasileira respondeu por cerca de um terço do Produto Interno Bruto do setor do agronegócio com o maior rebanho bovino comercial do mundo, fazendo do país o maior exportador mundial de carne bovina (KIRST et al., 2017). Neste contexto, a pastagem é consolidada como componente chave do sistema produtivo nacional, utilizada como estratégia para redução dos custos de produção e aumento da competitividade por ser a fonte mais econômica de alimentação animal.

Dentre os vários sistemas produtivos de carne bovina no país, o extensivo é amplamente utilizado e mostra alta variação de desempenho (CEZAR et al., 2005). Em áreas com pastagens nativas, a atividade é voltada praticamente à cria, com baixa capacidade de suporte. Já em áreas com forrageiras introduzidas, há maior capacidade de suporte para todas as fases de produção, de acordo com os níveis tecnológicos empregados. Neste sistema, as gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* são as mais utilizadas e possuem influência direta na sustentabilidade da prática. Por outro lado, o processo de degradação, decorrente do manejo ineficiente e do uso de cultivares inadequadas, resulta na queda da capacidade de suporte da pastagem após poucos anos de formação do pasto, tornando a área pouco produtiva (BARBOSA et al., 2015).

A reincorporação destas áreas ao processo produtivo, e por consequência a redução das perdas econômicas, é uma alternativa viável por meio da recuperação das pastagens. Esta prática contribui para a redução das pressões nas fronteiras agrícolas e para o aumento da sustentabilidade do sistema, que pode ocorrer pela adoção de tecnologias como o uso de cultivares adaptadas e a diversificação da pastagem, principalmente pela consorciação com leguminosas forrageiras (ANDRADE et al., 2012; VALENTIM et al., 2017).

Nos sistemas de consórcio, algumas espécies do gênero *Arachis*, conhecidas como amendoim forrageiro, destacam-se pela elevada persistência e boas características bromatológicas, aumentando a longevidade e qualidade da pastagem (BARCELLOS et al., 2008; VALENTIM et al., 2017). No entanto, as cultivares já lançadas apresentam baixa taxa de adoção devido às dificuldades de produção e distribuição de sementes e mudas, tornando o custo de implantação elevado e limitando seu uso em consorciação ou como cobertura do solo em grandes áreas

(ASSIS et al., 2013). Além disso, o surgimento de novas pragas e doenças e a necessidade de materiais mais resistentes a períodos mais longos de estiagem abrem espaço para a busca de materiais com desempenho superior.

Neste contexto, a Embrapa Acre coordena o Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro, por meio de uma rede de pesquisa que abrange regiões localizadas em diferentes biomas brasileiros, com o objetivo de desenvolver cultivares propagadas vegetativamente e por sementes, com alta velocidade de estabelecimento e cobertura do solo, alta produção de matéria seca com elevado valor nutritivo e persistência em consorciação com gramíneas em pastagens, além de resistentes a pragas e doenças.

Uma das estratégias utilizadas no programa é a avaliação de ecótipos adaptados por meio de ensaios de corte em rede, o que permite a identificação de progenitores superiores e divergentes. O cruzamento destes genótipos gera híbridos, identificados por marcadores moleculares, os quais, depois do avanço de gerações pelo método da descendência de uma semente, são avaliados nas regiões de interesse (ASSIS; VALENTIM; 2013).

O Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do Amendoim Forrageiro localizado na Embrapa Acre, com acessos oriundos principalmente do BAG da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, foi criado em 2006 e possui cerca de 140 acessos, dando suporte ao programa de melhoramento genético (ASSIS et al., 2012).

Alguns desses acessos mostram variabilidade genética para caracteres bromatológicos e de produção, porém a baixa herdabilidade de algumas dessas características têm ressaltado a necessidade de seleção com base em seus valores genotípicos, de forma a tornar o processo mais eficiente. Outro aspecto importante é o método de análise, o qual deve considerar as características específicas de plantas perenes, como desbalanceamento dos dados pela perda de parcelas e avaliações em diferentes cortes ao longo das estações do ano e do ciclo de produção.

A metodologia de modelos lineares mistos via REML/BLUP (*Restricted Maximum Likelihood/Best Linear Unbiased Prediction*) (PATTERSON; THOMPSON, 1971; HENDERSON, 1975) possibilita a estimação de parâmetros genéticos e a predição de valores genotípicos, essenciais nas definições das estratégias de seleção, de forma mais acurada e flexível, sem a interferência dos efeitos intrínsecos aos dados longitudinais e a necessidade de balanceamento dos ensaios

(RESENDE, 2002). Além disso, permite a modelagem dos resíduos que, com o efeito de correlação serial entre os cortes, podem fornecer resultados imprecisos, caso sejam utilizadas ferramentas estatísticas inadequadas (PIEPHO; ECKL, 2014).

Estudos sobre o amendoim forrageiro têm mapeado a variabilidade presente entre os acessos e mostrado o potencial de melhoria, tanto de produção de matéria seca e sementes, quanto de tolerância a estresses bióticos e abióticos (ASSIS et al., 2008; MENEZES et al., 2012; SANTOS et al., 2014; 2017), o que pode ser alcançado pelo lançamento de novas cultivares comerciais.

Este trabalho teve como objetivos estimar parâmetros genéticos e prever valores genotípicos via modelos mistos, selecionar genótipos voltados à produção de forragem e uso ornamental, propagados por sementes, e indicar genitores divergentes para o programa de hibridação, de forma a trazer subsídios ao programa de melhoramento da espécie.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A variabilidade das pastagens cultivadas nas regiões tropicais é baixa, sendo compostas por poucas cultivares, uma vez que as espécies forrageiras utilizadas pelos programas de melhoramento e adaptadas às condições locais também são reduzidas (JANK et al., 2011). A consorciação é uma alternativa que possibilita a diversificação e reduz a vulnerabilidade genética das pastagens. Neste contexto os benefícios do consórcio de gramíneas e leguminosas, como aumento da produção e da sustentabilidade ambiental, têm sido amplamente buscados na produção pecuária mundial (BARCELLOS et al., 2008; ANNICCHIARICO et al., 2015). No entanto, esse sucesso não foi alcançado nas regiões tropicais, com poucos casos de adoção do consórcio de gramíneas e leguminosas, o qual ocupa menos de 1% da área de pastagens no Brasil (SHELTON et al., 2005; SIMEÃO et al., 2015).

No Brasil, os gêneros *Arachis* e *Stylosanthes* são os mais utilizados nas consorciações, principalmente com gramíneas de origem africana como *Panicum* e *Brachiaria*. O consórcio com estilosantes, especialmente a cv. Campo Grande, ocupa cerca de 746 mil ha na região Centro-Oeste e o amendoim forrageiro estende-se por cerca de 140 mil ha no Acre, estado que detém a maior área desse consórcio no país (SHELTON et al., 2005; VALLE et al., 2009; EMBRAPA, 2016).

Segundo Sá et al. (2016), a adoção do consórcio com amendoim forrageiro no Estado do Acre trouxe um impacto econômico da ordem de R\$ 214 milhões em 2015. Destes, R\$ 177 milhões atribuídos ao incremento produtivo de carne, de até 50% nas propriedades que adotaram a tecnologia, e R\$ 37 milhões na economia com fertilizantes nitrogenados para a manutenção das pastagens. Números importantes em uma região com elevados custos devido à reduzida infraestrutura viária, que restringem o acesso a insumos e o escoamento da produção, e com baixos índices de produção, com a maior parte das propriedades de base familiar com baixas utilizações de mecanização, corretivos, fertilizantes e sementes melhoradas de pastagens (VALENTIM, 2006; VALENTIM; ANDRADE, 2009; SÁ et al., 2010).

Neste cenário, pesquisas com o gênero *Arachis* têm apontado para a disponibilidade de materiais genéticos com grande potencial para o melhoramento, com alta capacidade produtiva e de elevada qualidade nutricional (ASSIS et al., 2008; ASSIS; VALENTIM, 2009; MENEZES et al., 2012), o que abre oportunidades

para estudos e seleção de genótipos superiores com vistas ao lançamento de novas cultivares voltadas ao incremento produtivo da pecuária na região.

## 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE *Arachis pintoi*

O gênero *Arachis* tem origem na América do Sul com cerca de 60 espécies no Brasil, 15 na Bolívia, 14 no Paraguai, seis na Argentina e duas no Uruguai (VALLS; SIMPSON, 1994). O início das pesquisas do consórcio de *Arachis* com gramíneas se deu na década de 1960, desde então, a coleta e preservação de germoplasma de exemplares silvestres objetivou ampliar a base genética das espécies com potencial forrageiro, principalmente *Arachis glabrata* Benth. e *Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Greg. (VALLS et al., 1994).

Segundo Valls et al. (1994) e Pereira (2016), *A. pintoi* foi inicialmente coletada pelo Prof. Geraldo C. Pereira Pinto, em 1954, em Belmonte, BA, e levada aos EUA e Argentina em 1967. Este exemplar, que no Brasil recebeu a identificação BRA 013251, foi liberado comercialmente em 1987 na Austrália como cultivar Amarillo e na Colômbia como cv. Maní Forrageiro Perene. Em 1994, o acesso foi lançado em Honduras como cv. Pico Bonito e no Brasil como cv. MG100. Em 1999, a cv. Belmonte (acesso BRA 031828, atualmente registrada como cv. Belomonte no Registro Nacional de Cultivares [MAPA, 2018]), foi lançada no país pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (PEREIRA, 1999b) em 2011, a cv. BRS Mandobi (BRA 040550), proveniente de seleção massal, foi protegida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (ASSIS et al., 2013). Outras cultivares denominadas Botucatu e Peabiru, cadastradas no Registro Nacional de Cultivares desde 2010, são oriundas de híbridos naturais do acesso W 34 e genitor masculino desconhecido da Embrapa Cerrados, sendo mantidos pela empresa paulista Ecobiotech (BOTUCATU, 2014; FAPESP, 2017).

*A. pintoi* possui 20 cromossomos de tamanho pequeno e fórmula cariotípica  $2n = 20$ , com nove pares metacêntricos e um par submetacêntrico (SEIJO; LAVIA, 2004). Seu sistema de reprodução é por autogamia, mas estudos moleculares recentes apontam para a possibilidade de sistema misto (OLIVEIRA et al., 2015). A fertilização cruzada se dá por meio de insetos, principalmente abelhas (SIMPSON et al., 1994), com relatos de possíveis mecanismos de autoincompatibilidade em alguns acessos (PEÑALOZA, 1995; OLIVEIRA; VALLS, 2003).

A espécie é descrita como perene e estolonífera. Possui folhas tetrafolioladas e flores protegidas por duas brácteas, com estandarte nas cores branco, creme, amarelo (mais frequente) e laranja, com quilha pontiaguda que protege o aparelho reprodutor (KRAPOVICKAS; GREGORY, 2007; ASSIS et al., 2010). Os frutos são geocárpicos, em cápsulas indeiscentes, geralmente com uma semente, às vezes duas e raramente três, presos aos “pegs” (pedúnculo do ovário) que possuem geotropismo positivo e são frágeis, desprendendo-se facilmente (FERGUSON et al., 1992; KRAPOVICKAS; GREGORY, 2007; PEREIRA, 2016).

O amendoim forrageiro possui boa adaptação agrônômica em locais com até 1800 m acima do nível do mar e com precipitação anual acima de 1200 mm. Tolerante solos ácidos, de baixa fertilidade e permeabilidade, porém é sensível a grandes períodos de estiagem (VALLS; SIMPSON, 1994; ASSIS et al., 2011; 2013). Responde à adubação fosfatada e, devido à associação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, pode fixar até 90% de suas demandas nutricionais em nitrogênio, chegando a 99 kg ha<sup>-1</sup> de N (SANTOS et al., 2002; MIRANDA et al., 2003).

A cobertura total do solo em estandes puros ocorre em aproximadamente 120 dias após o plantio (VALENTIM et al., 2003; ASSIS et al., 2008) e sua persistência é alta devido ao hábito estolonífero e pontos de crescimento, geralmente pouco acessíveis ao pastejo animal. Além disso, alguns genótipos, especialmente a cv. BRS Mandobi, possuem banco de sementes subsuperficial que permite recrutamento constante de novos indivíduos (ASSIS et al., 2011).

A espécie possui flores que se abrem nas primeiras horas da manhã, período de maior receptividade dos estigmas, cerca de 80%, e viabilidade de pólen, 88% em média, ambos decrescendo ao longo do dia devido à queda da umidade relativa do ar e aumento da temperatura (CAPISTRANO, 2015). O florescimento é indeterminado e contínuo, sem dependência do fotoperíodo para produção de sementes (ASSIS et al., 2011). No Cerrado, há um padrão cíclico durante o período chuvoso, com vários picos de produção de flores, porém muito variável entre genótipos (CARVALHO et al., 2009). Além disso, não há correlação entre o alto florescimento e a maior produção de sementes (CARVALHO et al., 2009; CASTRO et al., 2016), questão complexa e ainda pouco definida na literatura.

Segundo Ferguson et al. (1992), a formação das sementes passa por quatro fases: florescimento, desenvolvimento do peg, formação dos frutos e formação das sementes. Após a polinização e fertilização do óvulo há a formação do embrião, que

estimula o ovário a produzir o peg. Este, por sua vez, se alonga penetrando no solo e proporcionando o crescimento do embrião subsuperficialmente, que formará a semente dentro da vagem, compondo assim o fruto. Dessa forma, a produção de sementes dependerá da eficiência de cada etapa, especialmente do crescimento do peg, que possui influências genéticas e ambientais, variando de forma considerável entre genótipos (SIMPSON et al., 1994). De acordo com Oliveira e Valls (2002) e Marcolino et al. (2012), a antese ocorre um dia após o aparecimento do botão floral (SIMPSON et al., 1994), e este, por sua vez, tende a aparecer em média 20 dias após o plantio. A formação dos pegs ocorre entre 10 e 19 dias após a polinização, com crescimento subterrâneo dos frutos no segundo mês após o aparecimento do botão floral (MARCOLINO et al., 2012) e maturação entre 4 e 5 meses após a fertilização (OLIVEIRA; VALLS, 2002).

A baixa eficiência na produção de pegs pelas flores é apontada como uma das causas da falta de relação do florescimento com a produção de sementes, uma vez que a formação dos pegs é diretamente influenciada pelo genótipo, polinização, fertilização e condições edafoclimáticas (ADJOLOHOUN et al., 2013). Além disso, a polinização parece ser influenciada pela presença de pelos no estigma das flores, principalmente em maiores densidades, o que pode exercer uma barreira física no processo (OLIVEIRA; VALLS, 2003; CASTRO et al., 2016). Em associação a estes fatores, o manejo e as condições climáticas também podem explicar as alterações na taxa de florescimento, sem, contudo, relacionar diretamente a produção de flores à produção de sementes (CRUZ et al., 1999; DÁVILA et al., 2011).

A maior parte das sementes, de 90% a 99%, concentra-se nos primeiros 10 cm do solo e desprendem-se dos pegs quando maduras, o que dificulta a colheita (CARVALHO et al., 2009; ASSIS et al., 2011). De forma geral, recomenda-se a sua colheita de 16 a 21 meses após o plantio, período em que se observam as maiores produções de vagens e taxa de acúmulo de frutos (PIZARRO et al., 1998; COSTA; ROSSETO, 2008). A colheita pode ser realizada manual, semi-manual ou mecanicamente, passando pelo revolvimento do solo e peneiração e tratamento pós-colheita, com secagem, beneficiamento e armazenamento (ASSIS et al., 2011).

A produção varia de acordo com as condições de cultivo e genótipos, com relatos de rendimento de até 7275 kg ha<sup>-1</sup> (FERGUSON et al., 1992). O modo de propagação também possui influência, sendo o sexual o que acarreta maior produção de sementes em relação à propagação vegetativa, comportamento

claramente observado em regiões tropicais (FERGUSON et al., 1992; FERGUSON, 1994; BALZON et al., 2005). Além de taxas superiores de produção de matéria seca pela propagação por sementes, principalmente no período de estabelecimento (FISHER; CRUZ, 1994).

O valor nutritivo do amendoim forrageiro é maior que o das gramíneas e considerado melhor que o da maioria das leguminosas forrageiras de importância comercial (LASCANO, 1994). Seus valores de matéria seca variam de 14% a 29%, proteína bruta de 13% a 26%, fibra em detergente neutro de 48% a 56%, fibra em detergente ácido de 28% a 42% e digestibilidade da matéria seca de 48% a 67%, com pequena diferenciação entre folhas e talos, inclusive nos períodos seco e chuvoso, sendo uma opção de forragem estável ao longo do ano (LIMA et al., 2003; ESPINDOLA et al., 2006; GOBBI et al., 2010; FERREIRA et al., 2012).

Segundo Assis et al. (2011) e Fazolin et al. (2015), poucos são os relatos de pragas e doenças para a espécie, contudo ácaros (*Tetranychus urticae*, *T. ludeni*, *T. ogmophallos*, *Oligonychus gossypii*, *Mononychellus planki* e *Brevipalpus phoenicis*), cochonilhas (*Dysmicoccus* spp.), percevejos (*Scaptocoris castanea*, *Cytomenus bergi*, *C. mirabilis* e *Gargaphia paula*), lagartas (*Agrotis ipsilon*, *Elasmopalpus lignosellus* e *Spodoptera latifascia*), vaquinhas (*Diabrotica speciosa* e *Cerotoma tingomarianus*) e tripes (*Caliothrips brasiliensis* e *Enneothrips flavens*) podem causar danos na parte aérea. As raízes podem sofrer particularmente com percevejos e vaquinhas, os quais depositam seus ovos na camada superficial do solo, afetando de forma significativa seu desenvolvimento. Além disso, o ataque de suas larvas aos frutos, além do dano físico à produção, pode facilitar a infecção das vagens por fungos e outros patógenos do solo.

Na região amazônica, segundo Fazolin et al. (2015), de forma geral, o tripes, seguido do percevejo e dos ácaros, mostra maior nível de ocorrência. O potencial de dano do tripes ocorre ao longo de todo o ano, com pico de consumo foliar no período chuvoso (dezembro a fevereiro), o mesmo ocorrendo para as vaquinhas. Já os ácaros, percevejos e lagartas causam injúrias preferencialmente nos meses secos (julho a agosto). Há relato recente de surto populacional de ácaro (*T. ogmophallos*) no Estado do Acre, causando amarelecimento das folhas, densamente cobertas por teias, restringindo o consumo animal (SANTOS, 2016).

Doenças causadas por fungos (ferrugem, antracnose, podridão e manchas foliares), nematoides e vírus também podem trazer perdas significativas, devendo

ser tratadas com métodos integrados de combate e prevenção. Na região amazônica, a nematose mais comum é a provocada por *Meloidogyne javanica*, com mais de 75% dos casos, causando galhas e lesões nas raízes e prejudicando o desenvolvimento da planta (GONÇALVES et al., 2015).

As doenças fúngicas nas sementes de *A. pintoii* são causadas principalmente por *Rhizopus*, *Aspergillus* e *Fusarium*, além de outros de menor incidência, que podem afetar de forma significativa o estabelecimento das plantas em campo devido a contaminações das sementes, servindo ainda de propágulos para sua disseminação. Os gêneros *Puccinia*, *Glomerella*, *Mycosphaerella*, *Athelia* e *Thanatephorus*, que ocasionam as ferrugens, manchas e podridões, levando a perdas de produtividade de até 70% no amendoim comum, acarretam perdas na produção de matéria seca devido a lesões no limbo foliar e pecíolo das folhas, culminando na morte dos tecidos e queda do folíolo (FÁVERO et al., 2011; GONÇALVES et al., 2014). Até então, apenas uma doença causada por vírus, que provoca mosqueados, manchas anulares e enrugamento nas margens dos folíolos, foi relatada para a espécie (ANJOS et al., 1998; GONÇALVES et al., 2016). Contudo, na Colômbia, um novo gênero foi encontrado em *A. pintoii*, relacionando três espécies diferentes de vírus causadores destes sintomas (SÁNCHEZ et al., 2016).

Por outro lado, a capacidade de associação do amendoim forrageiro com fungos micorrízicos, importantes na relação nutricional solo-planta, e de simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, favorecem a produção de matéria seca (MIRANDA et al., 2010; MUNIZ et al., 2017). Por esse motivo, pastagens consorciadas com amendoim forrageiro apresentam aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, maior regularidade na oferta de forragem e baixa variação nutricional ao longo do ano (STEINWANDTER et al., 2009; AZEVEDO JUNIOR et al., 2012; 2013). Contudo, em condições de períodos maiores de estiagem, a adição de nitrogênio pode proporcionar aumento da produtividade e qualidade, principalmente da gramínea associada, como capim elefante e “coastcross”, que recebe apenas de 15 a 20% do N fixado biologicamente pela leguminosa (PEREIRA, 1999a; LENZI et al., 2009; PARIS et al., 2009).

Segundo Miranda et al. (2008), a capacidade competitiva do amendoim forrageiro é potencializada pela associação com fungos micorrízicos arbusculares, contribuindo para seu crescimento inicial no consórcio em pastagens. Essa associação é importante para acelerar o estabelecimento de *A. pintoii* que, pelo

aumento do conteúdo de clorofila total na parte aérea e de sacarose nas raízes, auxilia sua manutenção durante o período de baixa disponibilidade de água (SALES et al., 2012; 2013a; 2013b). A capacidade de associação funcional com fungos micorrízicos determina ainda a seleção de cultivares mais produtivas, com alta qualidade nutricional, baixa exigência de fósforo e a melhoria da qualidade biológica do solo (MIRANDA et al., 2010; AZEVEDO et al., 2014).

Neste sentido, a espécie também se mostra promissora em sistemas silvipastoris e agroecológicos, com boa capacidade produtiva e tolerância ao sombreamento (ANDRADE; VALENTIM, 1999; ANDRADE et al., 2004; BARRO et al., 2012). Adapta-se a diferentes condições ambientais e pode ser associada a diferentes espécies de gramíneas, principalmente do gênero *Brachiaria* e a *Cynodon nlemfuensis*, considerada a de maior grau de compatibilidade em regiões tropicais (OLIVEIRA et al., 2003; ANDRADE et al., 2006; ANDRADE, 2013; CASSAL et al., 2013). Além disso, o amendoim forrageiro apresenta grande potencial para ciclagem de nutrientes e utilização na recuperação de pastagens e áreas degradadas (SANTOS et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003).

### 2.1.1 Uso como forragem

Devido à maior adaptação ao pastejo, oriunda de suas características morfológicas, o amendoim forrageiro pode ser utilizado em sistemas de pastejo consorciado ou em monocultivo, como banco de proteína e produção de feno (ARGEL; VILAREAL, 1998; RAMOS et al., 2010; ASSIS; VALENTIM, 2013).

Segundo Rincón et al. (1992), em geral, a produção de forragem do amendoim forrageiro aumenta com o tempo, chegando a dobrar a produção de matéria seca no segundo ano, conforme as condições de cultivo. No Cerrado brasileiro, a cv. Belmonte atingiu cerca de 4600 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca no ano de estabelecimento, com 96% de cobertura do solo, e 10500 kg ha<sup>-1</sup> no ano seguinte de cultivo em parcelas solteiras (FERNANDES et al., 2017).

O volume de forragem da pastagem também aumenta, com o amendoim forrageiro chegando a 50% do total de forragem em época chuvosa e 33% na época seca no consórcio com *Brachiaria humidicola* em região tropical úmida da Colômbia (RINCÓN et al., 1992). Na região subtropical no Brasil, a participação do amendoim forrageiro no período de seca chega a valores inferiores a 2%, aumentando para

30% no período de chuvas, o que é considerado uma participação ideal nas pastagens (OLIVO et al., 2010; 2012), contribuindo ainda para o aumento do período de pastejo (TAMBARA et al., 2017). Em região tropical, com curto período seco, a massa de forragem verde de pastagens em consorciação com a cv. Belmonte é, em média, 23% superior em relação à obtida com pastagens exclusivas de gramínea fertilizada com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (PEREIRA et al., 2015).

Além disso, em sistemas consorciados, a presença de amendoim forrageiro eleva a taxa de lotação e o acúmulo de matéria seca, chegando a 4,5 UA ha<sup>-1</sup> e 75 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, com incrementos de 20 a 40% na produtividade animal, e permite ganhos de até 700 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, como banco de proteína (BARCELLOS et al., 1996; 2008 STEINWANDTER et al., 2009; SKONIESKI et al., 2011). Sua presença nestes sistemas mantém a massa de forragem uniforme no decorrer dos pastejos, maior controle de espécies de crescimento espontâneo e pode ser utilizado em substituição à adução nitrogenada de até 120 kg ha<sup>-1</sup> de N sem alterar as características das carcaças de bovinos de corte em pastejo rotacionado (OLIVO et al., 2012; PEREIRA et al., 2015; OLIVO et al., 2017).

Em monocultivo, sua utilização como aditivo na ensilagem de milho e sorgo traz melhorias quanto ao valor proteico para alimentação animal (CARVALHO et al., 2016) e sua fenação possui teores de fibras adequados mesmo em idades de cortes mais avançadas (FERNANDES et al., 2011).

### 2.1.2 Uso ornamental

O amendoim forrageiro, principalmente *A. repens* Handro (VEIGA et al., 2003), também é utilizado em paisagismo como forração devido à ampla cobertura do solo, com efeito decorativo notável pela folhagem sempre verde escura em canteiros a pleno sol (LORENZI; SOUZA, 2001; AZEVEDO et al., 2011). Sua tolerância ao sombreamento (ANDRADE; VALENTIM, 1999; ANDRADE et al., 2004) também permite cultivo a meia sombra, compondo grandes áreas solteiras ou em canteiros (ROUSE et al., 2004).

No Brasil, o uso do amendoim forrageiro como planta ornamental vem se intensificando nos últimos anos, devido à emissão constante de flores visualmente atrativas; ao porte rasteiro, que exige baixa manutenção; e à alta persistência, porém com necessidade de regas periódicas nos períodos mais secos para

manutenção do dossel (FERRAZ; LEITE, 2011; ASSIS; VALENTIM, 2013; ROKA et al., 2003). Além disso, seu emprego como “cobertura verde” em construções traz estabilidade térmica e melhora as condições de umidade do ambiente interno em relação ao uso de telhas cerâmicas (FERRAZ, 2012).

Em países temperados, a utilização de *A. pintoii* (*Golden Glory*) e *A. glabrata* (*Perennial Peanut*) como cobertura do solo ao longo de ruas e avenidas, bem como em canteiros centrais, é bastante difundida e apresenta grande atratividade devido a seu aspecto sempre verde e pela facilidade de propagação (ARGEL; VILAREAL, 1998; ABDUL-BAKI et al., 2002). Outro ponto interessante é a maior tolerância a períodos secos, com exigência de menor quantidade de água nos períodos de maior déficit hídrico para manutenção do dossel em relação a outras espécies utilizadas como forração, como gramíneas (ABDUL-BAKI et al., 2002); e a tolerância a solos de baixa fertilidade, principalmente de *A. glabrata*, exigindo baixas doses de fertilizantes, o que traz benefícios econômicos no uso de insumos e no consumo de água em relação a outras espécies (MIAVITZ; ROUSE, 2002; ROKA et al., 2003).

Devido à formação de um tapete bem estabelecido de raízes e estolões, o amendoim forrageiro também pode ser utilizado na estabilização de taludes, aterros e rampas, contribuindo para o controle do processo erosivo ao longo de estradas e rodovias (ARGEL et al. 1997; LORENZI; SOUZA, 2001).

## 2.2 VARIABILIDADE GENÉTICA

Desde a década de 1990, estudos vêm mostrando a variabilidade intraespecífica de *A. pintoii*, com grande diversidade genética e variação morfo-fisiológica (VALLS et al., 1994). Diferenças nos valores nutricionais, produção de matéria seca e sementes, florescimento e período de estabelecimento (ASSIS et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; SOARES et al., 2009; VALENTIM et al., 2009; FERREIRA et al., 2012), além de estudos moleculares (GIMENES et al., 2002; CARVALHO et al., 2005; PALMIERI et al., 2010; AZEVEDO et al., 2016), evidenciam uma ampla base genética e sugerem o grande potencial dos acessos coletados para uso em programas de melhoramento genético.

Segundo Assis e Valentim (2013), a necessidade de maior diversidade, motivada pelas finalidades de uso, como espécie forrageira e ornamental, por exemplo, exige mais estudos e abre espaço para a prospecção e coleta de

materiais. Resultados importantes, como a tendência de reprodução cruzada maior que a esperada para a espécie (OLIVEIRA et al., 2015) e a possibilidade de autoploidia, ou seja, a presença de mais de dois conjuntos de cromossomos homólogos no núcleo celular, com produção de indivíduos triplóides (LAVIA et al., 2011), mostram ainda o potencial de aumento dessa variabilidade.

Outro aspecto importante é a presença de híbridos interespecíficos naturais entre *A. pintoii* e *A. repens* que, apesar da restrita produção de sementes (OLIVEIRA; VALLS, 2003; SEIJO; LAVIA, 2004; PUCCIARIELLO et al., 2013), possuem alta afinidade genética (GIMENES et al., 2002; PALMIERI et al., 2010; AZEVEDO et al., 2016) e potencial para alta produção de matéria seca (ASSIS et al., 2008).

A hibridação artificial entre genótipos superiores, já utilizado no melhoramento genético da espécie, também é fonte de variabilidade, apesar da baixa taxa de fecundação, entre 1,1% a 12,9%, exigindo grande quantidade de polinizações e mão de obra treinada (OLIVEIRA; VALLS, 2002; ASSIS; VALENTIM, 2013). Por outro lado, os híbridos interespecíficos entre *A. pintoii* e *A. repens* tendem a não produzir sementes (OLIVEIRA; VALLS, 2002; 2003), sendo passíveis de propagação vegetativa (ASSIS et al., 2008).

### 2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO

O melhoramento de forrageiras no Brasil é uma atividade recente, intensificada apenas nas últimas décadas, e resulta em forrageiras altamente adaptadas e produtivas (JANK et al., 2011; 2014). Estima-se que haja cerca de 190 milhões de ha de pastagens no país, com 74 milhões de hectares de pastagens nativas, 99 milhões plantadas com cultivares do gênero *Brachiaria* e 17 milhões de outras espécies (JANK et al., 2014), com ampla participação das cultivares recomendadas pela Embrapa, desde a década de 1980 (EMBRAPA, 2016).

Os programas de melhoramento de forrageiras tropicais são complexos, pois devem ser voltados para a seleção de novos genótipos com o intuito de aumentar a eficiência da produção animal, como carne e leite (RESENDE et al., 2008; JANK et al., 2011). No processo de melhoramento, uma equipe multidisciplinar deve estar envolvida, uma vez que a interação genótipo x ambiente está fortemente presente na expressão da produção de plantas perenes, como as forrageiras, e envolve

diversas áreas do conhecimento, como fitopatologia, fisiologia vegetal, entre outras. Além disso, diversas etapas de avaliação (parcelas, ensaios regionais e performance sob pastejo) são necessárias para que o lançamento e adoção da nova cultivar sejam eficientes (JANK et al., 2011; HAYES et al., 2013).

Os genótipos que iniciarão o programa de melhoramento genético podem ser provenientes de expedições de coletas, de métodos de melhoramento ou híbridos intra ou interespecíficos, oriundos de pesquisas prévias que compõem a fase de pré-melhoramento (RESENDE et al., 2008). Nesta fase, ocorrem os estudos multidisciplinares sobre biologia floral, citogenética, modo de reprodução, cruzabilidade e caracterização morfológica e molecular dos genótipos. Atividades de apoio também são desenvolvidas, como estudos de fertilização, resistência a pragas e doenças, tecnologia de produção de sementes, microbiologia (ASSIS, 2009).

Os programas de melhoramento de forrageiras são estruturados basicamente em três fases (geração de variabilidade, seleção e recomendação de genótipos superiores), que podem variar de seis a onze anos (RESENDE et al., 2008; ASSIS, 2009), com número decrescente de genótipos sob avaliação. Parte-se de uma grande quantidade de materiais altamente variáveis para um número reduzido de alto rendimento para os caracteres de interesse (JANK et al., 2014).

Segundo Assis e Valentim (2013), da mesma forma, o melhoramento do amendoim forrageiro inicia-se com elevado número de genótipos, que são avaliados em relação a suas características agrônômicas, nutricionais e adaptativas, de modo a identificar progenitores superiores e divergentes. Em seguida, após o cruzamento desses parentais e obtenção dos híbridos, há o avanço de gerações para estabilização genética, e as linhagens são avaliadas nas regiões de interesse, nas quais novos ensaios são realizados e o efeito do animal sobre a forrageira pode ser testado. Por fim, com número reduzido de genótipos, é avaliado o efeito da forrageira sobre o animal, pelo ganho de peso e produção. Além disso, de forma paralela, há estudos sobre multiplicação de sementes e os testes de Distinção, Homogeneidade e Estabilidade são efetuados, segundo o Ministério da Agricultura, para a devida proteção de cultivares. Assim, o objetivo da fase inicial do programa de melhoramento é a obtenção de novos genótipos; na segunda fase, o objetivo é a seleção; e a recomendação para o lançamento de genótipos superiores na fase final (JANK et al., 2014).

## 2.4 INTERAÇÃO GENÓTIPO E AMBIENTE

As avaliações de ecótipos, híbridos e linhagens de amendoim forrageiro realizadas em rede permitem a seleção de genótipos adaptados e a obtenção de informações sobre as interações genótipo x ambiente, importantes para a tomada de decisão e definição das estratégias do melhoramento da espécie (ASSIS et al., 2008; SIMEÃO et al., 2017). No entanto, a variação decorrente das condições ambientais dentro de um mesmo local de avaliação também pode provocar alteração no desempenho dos genótipos ao longo do ciclo produtivo, oriundo de um fenômeno comum às espécies perenes forrageiras chamado estacionalidade da produção, resultado da variação sazonal das regiões de cultivo.

A estacionalidade em regiões tropicais ocorre em função da disponibilidade de luz e água, reduzindo a oferta de forragem, principalmente em locais com estações marcadamente secas (SOUZA SOBRINHO et al., 2011). Nestes casos, a interação do genótipo com as condições ambientais ao longo do ano tende a ser significativa e pode complicar a seleção dos genótipos, uma vez que os melhores indivíduos em uma avaliação podem não sê-lo em outra (RESENDE et al., 2008).

Segundo Pereira et al. (2001), a capacidade de ajuste ao ambiente e o comportamento constante em diversas condições são características de adaptação e estabilidade do material genético e estão relacionadas a sua constituição genética. Dessa forma, a interação do genótipo com o ambiente ao longo do ciclo de seleção deve ser avaliada em medidas repetidas, realizadas em ensaios de corte, que trazem informações sobre a resposta ao manejo, produção e persistência, além de sua adaptabilidade e estabilidade ao longo do ciclo produtivo (RESENDE, 2004). Estas características são importantes, pois estão ligadas a resposta à melhoria das condições do ambiente e à previsibilidade dos genótipos, que determinam o sucesso comercial de uma cultivar (RESENDE et al., 2008).

Para o amendoim forrageiro, a interação com o ambiente pode ser observada em estudos com condições edafoclimáticas contrastantes, como no Cerrado e região amazônica. Nas condições de maior restrição hídrica, o período de estabelecimento de *A. pintoi* e *A. repens* atinge um ano, considerando cobertura do solo acima de 90%, enquanto na região de maior pluviosidade, este período é de cerca de 120 dias após o plantio (VALENTIM et al., 2003; ASSIS et al., 2008; FERNANDES et al., 2017). A produção de forragem também sofre alterações como resultado dos efeitos

sazonais de precipitação e luminosidade, com produção anual cerca de 40% maior na região amazônica em relação ao Cerrado (BALZON et al., 2005; FERNANDES et al., 2017).

## 2.5 ANÁLISE DE DADOS LONGITUDINAIS

Medidas repetidas efetuadas ao longo do tempo, como as avaliações realizadas em ensaios de corte, são chamadas de dados longitudinais. Nestes casos, o interesse reside em todo o conjunto de dados, uma vez que contemplam os efeitos dos tratamentos ao longo do tempo e suas interações entre as avaliações, além dos efeitos dentro da própria parcela avaliada (LITTELL et al., 2000; RESENDE et al., 2008; DE FAVERI et al., 2015). Estas avaliações, por serem originadas de uma mesma amostra, são não independentes, mostrando possíveis padrões de autocorrelação, ou seja, correlações seriais, e tomadas de forma não aleatória em intervalos de tempo, o que traz a necessidade de métodos específicos de análise (ONOFRI et al., 2010; PIEPHO; ECKL, 2014).

Uma solução eficiente para análise desses dados é a metodologia baseada em modelos mistos, que considera no modelo componentes fixos e aleatórios, além da média geral, sempre considerada um componente fixo, e do erro, sempre considerado aleatório em qualquer modelo. Esta metodologia utiliza procedimentos ótimos, com maior acurácia de seleção e menor erro quadrático médio de estimação, para estimar os parâmetros genéticos e predizer os valores genotípicos, com possibilidade de ajuste da estrutura da variância e covariância dos erros (LITTELL et al., 2000; RESENDE, 2002; LITTELL et al., 2006; PIEPHO; MÖHRING., 2006).

Na análise de dados por modelos mistos, a despeito dos vários métodos disponíveis para a estimação dos componentes de variância, a abordagem frequentista é a mais utilizada e baseada nos métodos de verossimilhança, principalmente pela máxima verossimilhança restrita (*Restricted Maximum Likelihood* – REML), que se fundamenta na maximização da função de verossimilhança independente de efeitos fixos e considerando seus graus de liberdade (PATTERSON; THOMPSON, 1971; RESENDE, 2002). O método de predição de valores é baseado na melhor predição linear não viciada (*Best Linear Unbiased Prediction* – BLUP) (HENDERSON, 1975), considerado o mais acurado, com a maior

correlação entre o valor genotípico verdadeiro e o predito a partir de informações fenotípicas dos indivíduos (PIEPHO et al., 2008; RESENDE et al., 2012). Dessa forma, o método analisa os efeitos aleatórios do modelo de forma flexível quanto às estruturas residuais e desbalanceamentos, tanto de blocos quanto de perda de dados (PATTERSON; THOMPSON, 1971; PIEPHO et al., 2008).

O uso da metodologia de modelos mistos no melhoramento genético vegetal é considerado mais recente que no melhoramento animal, uma vez que seu desenvolvimento ocorreu para utilização no segundo (HENDERSON, 1975; PIEPHO et al., 2008). Porém, tem apresentado aplicação cada vez maior pelas vantagens oferecidas em relação à análise de variância (RESENDE, 2002; PIEPHO et al., 2008). Para o amendoim forrageiro, seu emprego na análise de dados tem possibilitado a seleção pelos valores genotípicos, com acurácia e confiabilidade dos resultados, resultando na indicação de genótipos superiores de alto desempenho em condições edafoclimáticas variadas (ASSIS et al., 2008; SIMEÃO et al., 2017).

### 2.5.1 Componentes de variância e equações de modelos mistos

Segundo Resende et al. (2008), a avaliação de materiais genéticos tem os objetivos de inferir sobre seus valores genotípicos e ordenar os genótipos com base nesses valores. Os valores genotípicos são os valores de interesse, ou seja, os verdadeiros valores de cultivo e uso, sem a influência dos efeitos de blocos, parcelas e ambiente que, mesmo avaliados em um mesmo local, são intrínsecos ao experimento e compõem o valor fenotípico variável dos genótipos (RESENDE; DUARTE, 2007). Assim, o interesse nos ensaios de avaliação de genótipos é prever seus valores genotípicos, resultado direto do método de modelos mistos (REML/BLUP).

Para a utilização do BLUP como preditor, assumem-se como conhecidos os segundos momentos, ou variâncias, de cada componente do modelo. Como estes valores não são de fato conhecidos, o método ótimo de estimação, independentemente do balanceamento dos dados, é o REML, desenvolvido por Patterson e Thompson (1971), que realiza as estimações de forma fidedigna para predição dos valores genotípicos pelo BLUP (RESENDE, 2007).

De acordo com Resende (2006), a implementação computacional da metodologia de modelos mistos é fortemente baseada na álgebra linear numérica,

que visa à obtenção iterativa das equações de modelos mistos (BLUP) e à maximização de cada função, para as estimativas REML. Assim, vários algoritmos foram desenvolvidos com o objetivo de possibilitar tais cálculos. O programa SAS® (SAS, 2010) utiliza o algoritmo Newton-Raphson, que procura estimar as raízes de uma função por meio de sua derivada parcial, de forma a obter uma aproximação. Este processo é repetido inúmeras vezes, criando-se um método iterativo para a obtenção do valor de interesse (MACLEOD, 1984).

#### 2.5.1.1 *Modelo individual*

Sob a abordagem de modelos mistos (REML/BLUP), as plantas perenes com medidas repetidas podem ser avaliadas considerando: 1) cada medida como um caráter distinto, ou seja, avaliações individuais ou por médias (média de todas as avaliações realizadas); ou 2) como um único caráter, e cada enfoque oferece diferentes níveis de informação sobre o genótipo.

No primeiro caso, quando as medidas são consideradas individualmente, ou seja, cada medição gerando uma análise, pode ser avaliado: a alteração do caráter com a idade; o sistema de utilização da cultura; a ponderação dos valores genéticos preditos por safra, como a avaliação em diferentes estações do ano, por exemplo, nos períodos de seca e águas; além da busca de seleção precoce baseada apenas na primeira colheita. Neste caso é possível ainda a verificação da homogeneidade de variâncias genéticas e ambientais nas diferentes colheitas, com suas respectivas herdabilidades (RESENDE et al., 2008). Segundo Resende (2007), o modelo empregado nesta abordagem segue o modelo linear misto geral apresentado na forma matricial por Henderson (1975):

$$y = Xb + Zg + e$$

em que  $y$  é vetor de observações;  $b$  é vetor paramétrico dos efeitos fixos de repetição, com matriz de incidência  $X$ ;  $g$  é vetor paramétrico dos efeitos genotípicos aleatórios, com matriz de incidência  $Z$ , dependente da matriz de variância e covariância dos efeitos aleatórios, e  $e$  é o vetor de erros aleatórios, dependente da matriz de variância e covariância dos resíduos aleatórios, com as seguintes equações de modelo misto:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{r} \\ \hat{g} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

em que  $\frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} = \frac{1-h^2}{h^2}$ , e  $\sigma_g^2$  e  $\sigma_e^2$  os componentes de variância genética e residual,

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}, \text{ herdabilidade individual no sentido amplo.}$$

Outros parâmetros de interesse podem ser obtidos:

$$h_m^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2/b}, \text{ herdabilidade média de genótipo, estimada quando são utilizadas}$$

as médias dos blocos como critério de avaliação, onde b é o número de blocos;

$$Ac = (h_m^2)^{1/2}, \text{ acurácia de seleção.}$$

Este modelo permite ainda a determinação dos intervalos de confiança (IC) dos valores genotípicos preditos, possibilitando comparações múltiplas entre genótipos, pela fórmula:

$$IC = (\mu + g) \pm t \left[ (1 - h_m^2) \sigma_g^2 \right]^{1/2}$$

em que  $\mu$  é a média geral,  $t$  é o valor tabelado da distribuição  $t$  de Student e  $\left[ (1 - h_m^2) \sigma_g^2 \right]^{1/2}$  é o desvio padrão do valor genotípico predito, aplicado em genótipos não aparentados, segundo Resende (2006).

O uso de médias dos cortes, ou acumulado no caso de matéria seca, também é possível, porém apenas para casos balanceados, e oferece resultados menos informativos (RESENDE et al., 2008).

#### 2.5.1.2 Modelo de cortes

Quando as características avaliadas em sucessivos cortes, ou avaliações, são consideradas como um único caráter, como no segundo caso, ou seja, analisados de forma conjunta por meio de medidas repetidas, o modelo utilizado pode ser o de

repetibilidade, que contempla o efeito de genótipo, bloco e corte. Considera ainda o efeito permanente de parcelas (interação genótipo x bloco), essencial para a eliminação dos efeitos da correlação residual entre medidas repetidas, oriunda da não casualização de parcelas entre colheitas (RESENDE et al., 2008). O modelo é da seguinte forma:

$$y = Xu + Zg + Wp + Tm + e$$

em que  $y$ ,  $u$ ,  $g$ ,  $p$ ,  $m$  e  $e$  são vetores de dados, dos efeitos das combinações avaliação-repetição (fixos), somados à média geral, dos efeitos genotípicos (aleatórios), de efeitos de parcela ou ambiente permanente (aleatórios), dos efeitos da interação genótipos e avaliações (aleatórios) e dos erros, respectivamente.  $X$ ,  $Z$ ,  $W$  e  $T$  são as respectivas matrizes de incidência.

As equações de modelo misto são:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W & X'T \\ Z'X & Z'Z + \lambda_1 & Z'W & Z'T \\ W'X & W'Z & W'W + \lambda_2 & W'T \\ T'X & T'Z & T'W & T'T + \lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{u} \\ \hat{g} \\ \hat{p} \\ \hat{m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \\ T'y \end{bmatrix}$$

$$\text{em que } \lambda_1 = \frac{1 - h^2 - p^2 - m^2}{h^2}; \lambda_2 = \frac{1 - h^2 - p^2 - m^2}{p^2}; \lambda_3 = \frac{1 - h^2 - p^2 - m^2}{m^2};$$

$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_p^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2}$ , herdabilidade individual no sentido amplo, onde  $\sigma_p^2$  é a variância dos efeitos permanentes de parcela e  $\sigma_m^2$  é a variância da interação genótipo x avaliação;

$p^2 = c_p^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_g^2 + \sigma_p^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2}$ , coeficiente de determinação dos efeitos de ambiente permanente;

$m^2 = c_m^2 = \frac{\sigma_m^2}{\sigma_g^2 + \sigma_p^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2}$ , coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliações. E os demais parâmetros:

$$h_m^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_m^2/m + \sigma_p^2/b + \sigma_e^2/bm}, \text{ herdabilidade média, em que } m \text{ é o número de}$$

avaliações;

$$r = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_p^2}{\sigma_g^2 + \sigma_p^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2}, \text{ repetibilidade ao nível de parcela;}$$

$$r_m = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_m^2}, \text{ correlação genotípica através das avaliações.}$$

Mesmo sem balanceamento, esse modelo propicia a estimação simultânea da herdabilidade e repetibilidade individuais, herdabilidade média de genótipos, e da mesma forma que o modelo individual, fornece a acurácia de seleção, e as correlações genéticas através dos cortes (avaliações) e de ambiente permanente (RESENDE, 2002). Todos esses parâmetros são extremamente informativos e essenciais nas definições das melhores estratégias na seleção (RESENDE et al., 2008).

### 2.5.1.3 Estruturas de variâncias e covariâncias residuais

Devido ao efeito da correlação serial, ou seja, a correlação temporal entre os erros das medidas repetidas, a estrutura residual dos dados longitudinais precisa ser devidamente modelada para a estimação acurada dos parâmetros genéticos. Isto deve ser feito pela seleção de matrizes de variâncias e covariâncias dos erros que permitam acomodar os efeitos dos modelos, bem como as características espaço-temporais dos ensaios em suas estruturas (PIEPHO; ECKL, 2014; DE FAVERI et al., 2015). Dentre as diversas opções de matrizes, apropriadas para as distintas situações e condições experimentais, as mais comuns são componentes de variância, simetria composta, fator analítica, ante-dependência, correlação bandada (estrutura Toeplitz), auto-regressiva, as geoespaciais e as multivariadas (RESENDE; THOMPSON, 2004; RESENDE, 2007; PIEPHO; ECKL, 2014; DE FAVERI et al., 2015). Para estas estruturas, há ainda opções de bandamento e ordens, além da incorporação da heretogeneidade de variâncias no modelo (SAS, 2010).

Estudos que utilizam ensaios em vários ambientes consideram as matrizes fator analíticas como estruturas de melhor ajuste, por permitirem as interações entre

avaliações e entre ambientes (RESENDE; THOMPSON, 2004; DE FAVERI et al., 2015). Outros optam por estruturas menos complexas, como de componentes de variância e simetria composta, em situações com interações ambientais menos heterogêneas (BERNAL-VASQUES, et al., 2014; PIEPHO; ECKL, 2014).

De forma geral, as estruturas mais simples são pouco realistas em situações de arranjos e distribuições complexas, como as diferenças espaço-temporais entre ensaios, considerando a correlação genética igual a um ao longo do tempo, correlações fenotípicas, ou repetibilidades, com a mesma magnitude e variâncias genéticas residuais homogêneas (RESENDE, 2007; PIEPHO; ECKL, 2014). No outro extremo, as estruturas multivariadas, apesar de completas e ótimas, são altamente custosas computacionalmente, pois consideram cada avaliação como uma variável distinta, bem como as covariâncias entre as avaliações, demandando grande quantidade de tempo para cálculo e com difícil ajuste acima de três avaliações (RESENDE et al., 2008). Uma opção para amenizar as dificuldades de convergência neste caso é o bandamento, que pode conter diversas ordens e considerar apenas as diagonais relacionadas pela banda, reduzindo assim o número de interações e aumentando as chances de convergência do modelo (SAS, 2010).

A estrutura de componentes de simetria é muito utilizada nos ensaios com medidas repetidas em plantas perenes (MAIA et al., 2009; ROSADO et al., 2012; CANUTO et al., 2016), inclusive em ensaios de cortes para o amendoim forrageiro (ASSIS et al., 2008; SIMEÃO et al., 2017), porém demanda correção para heterogeneidade elevada, uma vez que homogeneidade de variâncias entre cortes é assumida (RESENDE et al., 2008). Por outro lado, as estruturas heterogêneas de componentes de simetria, autorregressiva e antedependência estruturada consideram a heterogeneidade, mas são mais parametrizadas e devem ser utilizadas quando as correlações de medidas distantes não forem relacionadas com as medidas adjacentes (RESENDE, 2007).

Dessa forma, em caso de grande heterogeneidade de variância entre cortes, ou seja, com a razão das variâncias residuais entre cortes maior que 3 (RESENDE, 2007), Resende et al. (2008) recomendam para análise de medidas repetidas em forrageiras perenes o uso das matrizes heterogêneas de simetria composta, antedependência e auto-regressiva, além da Toeplitz. No entanto, os autores ponderam que, por se tratar da mesma variável avaliada entre cortes, principalmente se dentro de um único ensaio, as variâncias tendem a ser mais homogêneas. Neste caso, a

matriz de componentes de simetria é mais vantajosa e com aplicação mais segura em dados heterogêneos após transformação dos dados. A heterogeneidade dos dados ocorre devido à estacionalidade, fenômeno intrínseco à produção em plantas perenes como resultado da sazonalidade climática.

A escolha dessas estruturas, bem como a verificação da significância dos efeitos dentro de cada modelo, pode ser orientada pela utilização de testes e critérios. O critério de deviance é um deles e expressa a diferença provocada no ajuste de cada modelo pelo uso das distintas estruturas nas respectivas equações de verossimilhança  $L$  minimizadas pela função:  $-2\text{Log}_e L$ , que possui aproximadamente a distribuição de  $\chi^2$ . Assim, a significância dessa diferença no ajuste para cada estrutura pode ser testada usando o Teste da Razão de Verossimilhança (LRT), que subtrai as funções  $-2\text{Log}_e L$  dos modelos de cada estrutura, comparando esta diferença ao valor de  $\chi^2$  tabelado (RESENDE, 2007) da seguinte forma:

$$LRT = -2\log_e \left( \frac{\text{modelo com matriz a}}{\text{modelo com matriz b}} \right)$$

Ou ainda:

$$LRT = -2\log_e L_a + 2\log_e L_b$$

onde  $\log_e$  é o logaritmo neperiano da função de máxima verossimilhança  $L$  do modelo com a matriz a ( $L_a$ ) e com a matriz b ( $L_b$ ) a serem testadas. Se o valor for significativo, há diferença entre os modelos, com o menor valor entre as deviances indicando menores resíduos e melhores ajustes.

Outros são o Critério de Informação de Akaike (AIC) e Critério de Informação Bayesiano (BIC). Estes são critérios derivados do LRT, comparam modelos com os mesmos efeitos fixos e os penalizam de acordo com o número de parâmetros. Assim, quanto mais parametrizado, maior o valor do critério, sendo o BIC mais severo que o AIC (LITTELL et al., 2000). Há ainda o Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICC), que é ajustado em função do número de observações para os efeitos estimados dos parâmetros no AIC (LITTELL et al., 2006; SAS, 2010). Como o critério de deviance, melhores são os menores valores obtidos em cada um.

## 2.5.2 Análise multivariada

A análise multivariada refere-se a todos os métodos estatísticos que analisam de forma simultânea múltiplas avaliações, ou variáveis, sobre cada objeto de estudo. Essa abrangência multidimensional possibilitou sua aplicação efetiva apenas com o desenvolvimento da tecnologia recente de amplo poder computacional, por utilizar grande quantidade de dados e métodos de análises complexos (HAIR et al., 2005).

Algumas técnicas de análise, especialmente de interdependência, são muito utilizadas no melhoramento genético, como a análise de agrupamento e análise de componentes principais (RESENDE, 2007). Para o amendoim forrageiro, estas técnicas são rotineiramente empregadas no estudo de divergência genética, com estabelecimento de grupos de interesse e discriminação de genótipos, contribuindo de forma significativa nas fases iniciais dos programas de melhoramento devido ao grande número de indivíduos avaliados (MENEZES et al., 2012; ASSIS; VALENTIM, 2013).

A divergência genética é utilizada na classificação de genótipos em grupos mais homogêneos baseada na distância entre indivíduos (CRUZ et al., 2012). Há diversos métodos de agrupamento que procuram maximizar as diferenças ou as similaridades entre grupos em relação à variação dentro deles, organizando os dados de forma significativa e gerando padrões de reconhecimento (HAIR et al., 2005). Dentre os algoritmos mais utilizados estão os de similaridade, hierárquicos e não hierárquicos.

As medidas de similaridade e dissimilaridade são normalmente expressas como uma função distância ou métrica, e as mais utilizadas para variáveis quantitativas são distância Euclidiana, distância Euclidiana média, distância generalizada ou ponderada e distância de Mahalanobis (1936) (MINGOTI, 2007).

A distância Euclidiana, sendo a distância geométrica no espaço multidimensional e baseada na média das repetições do caráter avaliado, é definida pela distância ( $d$ ) de dois elementos,  $X_l$  e  $X_k$ ,  $l \neq k$  com  $p$  variáveis:

$$d(X_l, X_k) = \left[ \sum_{i=1}^p (X_{il} - X_{ik})^2 \right]^{1/2},$$

onde estes elementos são comparados em cada variável do vetor de observações.

A distância generalizada é definida entre dois elementos,  $X_l$  e  $X_k$ ,  $l \neq k$ :

$$d(X_l, X_k) = [(X_l - X_k)' A (X_l - X_k)]^{1/2},$$

onde  $A_{p \times p}$  é uma matriz de ponderação, positiva definida.

Quando a matriz  $A$  é a matriz identidade, a distância generalizada é a Euclidiana. Se  $A$  for igual à  $\text{diag}(1/p)$ , tem-se a distância Euclidiana média, e se for igual à matriz de covariância  $S^{-1}_{p \times p}$ , tem-se a distância de Mahalanobis, que pode ser construída apenas quando há repetições. Por considerar as correlações residuais entre os caracteres, a distância de Mahalanobis possui vantagem em relação às demais, conferindo maior robustez à análise.

Por outro lado, considerando o uso de valores genotípicos, em detrimento aos valores fenotípicos, como base para o cálculo das distâncias, o uso da distância Euclidiana passa a não ter desvantagens em relação à falta da matriz de variância e covariância dos resíduos. Neste caso, por serem valores livres dos efeitos do ambiente e considerados os valores preditos dos genótipos (RESENDE, 2002), as distâncias não necessitam da correção dos erros, processo que ocorre no cálculo da distância de Mahalanobis feita com base nos valores fenotípicos, pela utilização das repetições.

#### 2.5.2.1 Agrupamento hierárquico

Os algoritmos de agrupamento hierárquico envolvem a construção de uma hierarquia estruturada em árvore, onde cada grupo, inicialmente definido de um único elemento, é testado e redefinido, agrupando os demais elementos segundo suas similaridades (HAIR et al., 2005). Dentre os mais utilizados estão método do vizinho mais próximo ou ligação simples, método do vizinho mais distante ou ligação completa, método da ligação da média não ponderada (*Unweighted Pair-Group with Arithmetic Mean* – UPGMA) e o método de Ward (WARD, 1963; MINGOTI, 2007).

No método do vizinho mais próximo, a similaridade entre dois grupos é definida pelos elementos mais parecidos entre si, considerando  $C_1 = X_l$  e  $C_2 = X_k$ :

$$d(C_1, C_2) = \min [d(X_l, X_k, l \neq k)].$$

O método do vizinho mais distante define a dissimilaridade de dois grupos pelos elementos menos semelhantes entre si, sendo  $C_1 = X_l$  e  $C_2 = X_k$ :

$$d(C_1, C_2) = \max [d(X_l, X_k, l \neq k)].$$

O método UPGMA considera a distância de dois grupos como a média das distâncias entre todos os elementos destes grupos, considerando os grupos  $C_1 = X_i$  com  $n_1$  elementos e  $C_2 = X_k$  com  $n_2$  elementos:

$$d(C_1, C_2) = \sum_{l \in C_1} \sum_{k \in C_2} \left( \frac{1}{n_1 n_2} \right) d(X_l, X_k)$$

O método de Ward considera a menor variância entre os elementos de cada grupo, aumentando a variabilidade entre os grupos. Considerando os grupos  $C_1 = X_i$  com  $n_1$  elementos e  $C_2 = X_k$  com  $n_2$ :

$$d(C_1, C_2) = \left( \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} \right) (\bar{X}_1 - \bar{X}_k)' (\bar{X}_1 - \bar{X}_k)$$

Por considerar a variabilidade entre elementos, este método tende a formar grupos de tamanhos mais equitativos.

### 2.5.2.2 Agrupamento não hierárquico

Os algoritmos não hierárquicos designam elementos com a definição de grupos preestabelecida, isto é, em uma partição de  $n$  elementos em  $k$  grupos, e dentre os mais utilizados estão o método k-means e os métodos de otimização (HAIR et al., 2005; MINGOTI, 2007).

O método k-means aloca em cada grupo elementos cujo vetor de médias amostral é o mais próximo do vetor de valores observados, sendo sensível a valores discrepantes, não altera o número de grupos preestabelecidos e não determina grupos de tamanhos muito diferentes (MINGOTI, 2007).

Dentre os métodos de otimização, o de Tocher é o mais comum e mantém o princípio de formação de grupos mais homogêneos internamente e heterogêneos entre si, e faz o agrupamento em subgrupos não vazios por meio da maximização ou minimização de média de similaridade preestabelecida (CRUZ et al., 2012). Os pares de indivíduos mais parecidos são formados a partir da matriz de dissimilaridade, incluindo-se novos elementos de acordo com as menores distâncias. A entrada de novos elementos no grupo pode aumentar as distâncias internas, que são limitadas pelo critério predeterminado de distância máxima (CRUZ et al., 2014). Este método tende a formar grupos de tamanhos variados, com muitos grupos formados por um ou poucos elementos.

### 2.5.2.3 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais tem o objetivo de discriminar, em poucas dimensões, as observações segundo suas características específicas em função das variáveis analisadas, mantendo a variabilidade original dos dados (HAIR et al., 2005). De forma geral, os primeiros componentes são utilizados quando envolvem pelo menos 80% da variação total (CRUZ et al., 2012), indicando a estruturação dos caracteres que contribuem na discriminação dos genótipos.

A obtenção dos componentes principais consiste em transformar o conjunto de  $n$  variáveis  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$  em um novo conjunto  $Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in}$  em que os  $Y_i$  sejam funções lineares das variáveis  $x_i$  independentes entre si (CRUZ et al., 2012).

Seja  $x_{ij}$  a média padronizada do  $j$ -ésimo caráter ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) avaliada no  $i$ -ésimo progenitor, ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), as seguintes propriedades são observadas:

Componente 1:  $Y_{ij} = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_nx_{in}$

Componente 2:  $Y_{ij} = b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + \dots + b_nx_{in}$

$\sum_j a_j^2 = \sum_j b_j^2 = 1; \sum_j a_j b_j = 0$ , onde os componentes não são relacionados e  $Y_{i1}$

apresenta a maior variância,  $Y_{i2}$ , a segunda maior, e assim por diante. Estas novas variáveis formam eixos de referência, representando no espaço bidimensional ou tridimensional, a distribuição dos genótipos, o que facilita a análise visual. Além disso, de acordo com a abordagem de análise utilizada, pode-se indicar a importância relativa dos caracteres pela magnitude dos autovetores associados às variáveis de interesse em cada componente (MARDIA et al., 1979; KHATTREE; NAIK, 2000).

### 2.5.3 Índices de seleção

A obtenção de materiais genéticos superiores envolve a seleção para diversas características de interesse econômico que satisfaçam as exigências de toda a cadeia envolvida em sua produção e consumo, como resistência a fatores bióticos e abióticos e elevado rendimento. Segundo Cruz et al. (2012), a seleção baseada em uma ou poucas características tem se mostrado inadequada, uma vez que leva à obtenção de um produto final de alto desempenho para o caráter

considerado, mas pouco favorável aos atributos não considerados, porém de importância econômica, o que pode levar à rejeição do produto obtido.

A seleção simultânea, considerando um conjunto de caracteres, é considerada mais eficiente por reunir múltiplas informações de forma a combinar os vários atributos de interesse econômico de cada espécie (CRUZ et al., 2014). Resende (2002) classifica a seleção baseada em multicaracterísticas em: i) seleção em tandem, ii) níveis independentes de eliminação e iii) índices de seleção. No primeiro, a seleção é realizada de forma independente para cada caráter em questão por algumas gerações, até que o nível desejado seja alcançado. As gerações seguintes passam por novas seleções voltadas a outra característica e assim sucessivamente, até que os materiais atendam as demandas do processo de melhoramento. A principal desvantagem deste sistema é o tempo requerido para a obtenção do produto final, sobretudo se muitas características forem consideradas no processo, além da possibilidade da perda da variabilidade para os caracteres selecionados ao final do programa, especialmente se suas correlações genéticas forem altas.

No sistema de níveis independentes são estabelecidos níveis mínimos para cada característica e os indivíduos que não tenham atingido tais valores são eliminados das etapas seguintes de seleção. As desvantagens deste sistema são a baixa intensidade de seleção aplicada e a possibilidade de eliminação de indivíduos de alto desempenho em uma característica, mas que não atingiram o nível mínimo nas demais.

Os índices de seleção são considerados mais eficientes por combinarem de forma simultânea todas as características de interesse, considerando os parâmetros estimados com base na população estudada, trazendo a possibilidade de compensar parcialmente a perda na seleção de uma característica com a influência de outra (RESENDE, 2002). Diversos índices, considerando pesos econômicos, matrizes de variâncias e covariâncias genotípicas e fenotípicas entre as características de interesse, estão disponíveis na literatura (RESENDE, 2002; CRUZ et al., 2012; 2014) e sua aplicação no melhoramento de forrageiras tem mostrado resultados positivos (FIGUEIREDO et al., 2012; SIMEÃO et al., 2016), inclusive para

o amendoim forrageiro (ASSIS et al., 2008; SIMEÃO et al., 2017).

O estabelecimento exato dos pesos econômicos e a obtenção das matrizes de variâncias e covariâncias, especialmente nos casos com dados desbalanceados e variáveis qualitativas ou sem repetição, são dificuldades importantes na aplicação de muitos índices (CRUZ et al., 2012; 2014). Alguns métodos, que consideram a multiplicação de fatores e o ranqueamento de genótipos eliminam tais dificuldades e proporcionam resultados satisfatórios na seleção, com distribuição de ganhos favoráveis aos caracteres considerados (CRUZ et al., 2012).

### 2.5.3.1 *Índice com base em soma de postos*

O índice com base na soma de postos foi proposto inicialmente por Mulamba e Mock (1978) para aumento da produção em populações de milho no México. Sua aplicação se dá pelo ranqueamento das médias de famílias para cada característica considerada com a soma final de cada posição, a seguir:

$$ISP = \sum_{j=1}^p P(i)j$$

onde  $ISP$  é índice da soma de postos e  $P(i)j$  é o ranque observado para a  $j$ -ésima característica na  $i$ -ésima família e  $j = 1, 2, \dots, p$  características. Os menores valores do índice indicam as melhores famílias.

Este índice transforma os valores médios em ranques, aumentando ou diminuindo a classificação da expressão fenotípica, de acordo com o caráter. Neste caso, a seleção é realizada com base na intensidade de seleção preestabelecida ou nos ganhos desejados, uma vez que nenhum genótipo é eliminado do ranqueamento. Este índice tem sido aplicado com sucesso na seleção de espécies forrageiras (VASCONCELOS et al., 2010; ALMEIDA et al., 2017), inclusive em amendoim forrageiro para produção de forragem (SIMEÃO et al., 2017).

Adaptações do índice, como utilização dos valores genotípicos obtidos por meio do preditor BLUP e a utilização da média de postos, em detrimento da soma, também são observadas em estudos de melhoramento genético para fins de seleção (RESENDE et al., 2014; SIMEÃO et al., 2017).

### 2.5.3.2 Índice "livre de pesos" e "livre de parâmetros"

O Índice "livre de pesos" e "livre de parâmetros", ou multiplicativo, foi proposto por Elston (1963) e baseia-se em um nível  $k$  preestabelecido, como, por exemplo, a média, para cada característica de interesse sem o estabelecimento de valores econômicos, da seguinte forma:

$$Im = \prod_{i=1}^p (x_i - q_i)$$

onde  $Im$  é o índice multiplicativo,  $q_i$  é o valor estabelecido para o genótipo  $x_i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, p$  características, satisfazendo a condição:  $(x_i - q_i) = 0$  se  $x_i < q_i$ .

Este índice é mais sensível que o baseado na soma de postos, uma vez que anula a participação do genótipo na seleção se apenas um dos valores dos caracteres sob análise estiver abaixo do ponto de corte. Assim, se sua aplicação ocorrer com base em um número muito elevado de caracteres pouco correlacionados, haverá a tendência de eliminar muitos genótipos. A divisão do conjunto de caracteres em grupos de maior correlação pode amenizar esta tendência, sem eliminar materiais de melhor desempenho para outras características. Neste sentido, sua aplicação torna-se interessante na seleção de materiais para fins específicos, em que as variáveis relacionadas possuem alta correlação de interesse, o que também tende a elevar seus possíveis ganhos. Sua aplicação pode ser observada em estudos visando à seleção de genótipos de espécies forrageiras (BASSO, 2006; VASCONCELOS et al., 2010) e de amendoim forrageiro para cobertura do solo (ASSIS et al., 2008).

### **3 CAPÍTULO I**

**VARIABILIDADE GENÉTICA EM AMENDOIM FORRAGEIRO: 1. PARÂMETROS  
GENÉTICOS PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS EM  
DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO**

## RESUMO

Programas de melhoramento genético de sucesso dependem das informações obtidas por meio da estimação de parâmetros que orientam as estratégias de seleção, baseadas nas respostas correlacionadas entre as diversas características avaliadas e na influência ambiental. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos para caracteres agronômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro nos períodos seco e chuvoso e para ambos os períodos de forma conjunta. Foram avaliados 67 genótipos em três ensaios distintos com duas testemunhas comuns. Os dados agronômicos e bromatológicos foram analisados via metodologia de modelos mistos para cada ensaio, considerando todas as avaliações conjuntamente e por período de seca e de chuva. Os parâmetros genéticos foram estimados para todas as variáveis e os valores genotípicos serviram de base para a verificação da correlação genética entre caracteres. Houve variabilidade genética e influência do ambiente para os caracteres analisados, por períodos ou conjuntamente, exceto para os bromatológicos. As herdabilidades individuais, de forma geral, foram baixas a moderadas e os caracteres de produção de forragem (vigor, altura, cobertura do solo e produção de matéria seca total e de folhas) correlacionaram-se entre si nos três ensaios. Há condição favorável à seleção para os caracteres agronômicos, com elevada consistência entre ensaios e períodos. A seleção de genótipos superiores para cobertura do solo e produção de matéria seca no período seco do ano também pode ser realizada com alta acurácia.

**Palavras-chave:** *Arachis pintoi* e *A. repens*. Correlação genética. Herdabilidade. Repetibilidade. Período seco e chuvoso.

**GENETIC VARIABILITY IN FORAGE PEANUT: 1. GENETIC PARAMETERS FOR AGRONOMIC AND BROMATOLOGICAL TRAITS AT DIFFERENT SEASONS OF THE YEAR**

**ABSTRACT**

Successful breeding programs depend on the information obtained by estimation of parameters, which guide the selection strategies based on the correlated responses among the several traits evaluated and the environmental influence. Thus, the objective of this work was to estimate the genetic parameters for agronomic and bromatological traits of forage peanut in the dry and rainy seasons and for both seasons jointly. Sixty-seven genotypes were evaluated in three distinct trials with two common controls. Agronomic and bromatological data were analyzed using mixed model methodology for each trial considering all evaluations and separated by dry and rainy seasons. The genetic parameters were estimated for all traits and the genotypic values were the basis for the verification of genetic correlation between traits. There was genetic variability and environmental influence for the traits analyzed, by season or jointly, except for bromatological ones. The individual heritabilities, in general, were low to moderate and the forage production traits (vigor, plant height, soil cover and production of total and leaves dry matter) were correlated with each other in the three trials. There is favorable condition for selection of agronomic traits, with high consistency between trials and seasons. The selection of superior genotypes for soil cover and dry matter production in the dry season of the year can also be performed with high accuracy.

**Key words:** *Arachis pintoi* e *A. repens*. Genetic correlation. Heritability. Repeatability. Dry and rainy season.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A pastagem é a base da produção pecuária brasileira e seu potencial produtivo pode ser intensificado de forma sustentável pela consorciação com espécies de leguminosas (VALENTIM et al., 2003). Estas contribuem para elevar a eficiência dos sistemas extensivos pelo aporte de nutrientes e pelo aumento do volume e da qualidade da forragem. Dentre as espécies para este fim, o amendoim forrageiro, particularmente *Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Greg. e *Arachis repens* Handro, se destaca pela persistência e valor nutricional (ANDRADE et al., 2012; PAULINO et al., 2012).

No estado do Acre, apesar do programa de melhoramento recente, o amendoim forrageiro em consórcio com gramíneas tem contribuído para a recuperação de áreas degradadas e para a intensificação da produção. Os incrementos na produtividade animal chegam a 20%, com 3,97 UA ha<sup>-1</sup>, e cerca de 10% da leguminosa na composição botânica, com redução dos custos de manutenção das pastagens (SÁ et al., 2016; VASCONCELOS et al., 2013).

O programa de melhoramento do amendoim forrageiro busca desenvolver novas cultivares por meio da avaliação de multicaracterísticas, selecionando genótipos com alta produção de sementes e matéria seca ao longo do ano, rápida cobertura do solo, altos teores de nutrientes e resistentes a pragas e doenças (VALENTIM et al., 2003; ASSIS et al., 2008; MENEZES et al., 2012). Neste sentido, a realização de ensaios de avaliação e corte é prática essencial e visa à obtenção de informações que orientam as estratégias de condução, como também a seleção de genótipos mais adaptados e estáveis ao longo do ano, uma vez que a estacionalidade de produção é característica presente em espécies forrageiras perenes (SOUZA SOBRINHO et al., 2011; MENEZES et al., 2012). Assim, a estimação de parâmetros genéticos e a predição de valores genotípicos devem basear-se em modelos em que os efeitos das interações ambientais e as correlações fenotípicas entre medidas repetidas sejam considerados de modo a elevar sua acurácia e, conseqüentemente, as estimativas dos ganhos de seleção (VIANA; RESENDE, 2014).

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos para caracteres agrônômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro na Amazônia Ocidental para o período seco e para o período chuvoso e considerando ambos os períodos de seca e chuva de forma conjunta via modelos mistos.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 67 genótipos de amendoim forrageiro presentes no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Acre (ANEXO A), em Rio Branco, AC, sob as coordenadas 10°01'34"S, 67°42'13"W (Datum WGS 84) e 160 m de altitude. O clima da região é do tipo equatorial quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, com médias de temperatura máxima de 31°C e mínima de 21°C; umidade relativa do ar em torno de 80%; e altos índices de precipitação pluviométrica, cerca de 1900 mm por ano (ACRE, 2010). O período chuvoso estende-se de outubro a abril e o déficit hídrico de junho a setembro (ANEXO B) (INMET, 2017).

Os genótipos foram avaliados em três ensaios temporalmente distintos, com início em dezembro de 2005 e término em abril de 2013. A adubação da área experimental foi realizada com base nas recomendações de adubação e calagem para pastagens no estado (ANDRADE et al., 2014), segundo análise de solo (ANEXO C) para todos os ensaios, sendo o Ensaio I em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico e os Ensaios II e III em Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013).

No Ensaio I, foram aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico antes do plantio, no preparo convencional do solo, e fertilização com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo), 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) e 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 (micronutrientes) logo após o plantio. O ensaio foi implantado em dezembro de 2005, com corte de uniformização em outubro de 2006. Foram avaliados 19 genótipos e duas testemunhas em oito avaliações, uma no período de seca e sete no período de chuvas, de dezembro de 2006 a novembro de 2008. A biomassa aérea não foi colhida no período da seca devido à baixa produção (Tabela 1).

No Ensaio II, foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 logo após o plantio. Em fevereiro de 2010 a adubação de cobertura foi realizada com 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 e repetida em fevereiro de 2011. Este ensaio foi implantado em dezembro de 2008, com corte de uniformização em abril de 2009, sendo avaliados 16 genótipos e duas testemunhas em oito avaliações seguidas de cortes, de julho de 2009 a abril de 2011, sendo seis no período das chuvas e duas no período de seca.

Tabela 1 – Datas e intervalos de avaliação de genótipos de amendoim forrageiro para caracteres agronômicos e bromatológicos em três ensaios realizados no período chuvoso e seco. Rio Branco, AC

Ensaio	Caracteres agronômicos			Caracteres bromatológicos		
	Data	Dias <sup>1</sup>	Período	Data	Dias	Período
I	06/dez/06	58	Chuva	06/fev/07	62	Chuva
	06/fev/07	62	Chuva			
	29/mar/07	51	Chuva			
	15/mai/07	47	Chuva			
	17/dez/07	216	Chuva			
	15/abr/08	120	Chuva			
	10/jul/08 <sup>2</sup>	86	Seca			
	26/nov/08	225	Chuva			
II	27/jul/09	108	Seca	27/jul/09 22/jan/10 12/abr/10	108 73 80	Seca Chuva Chuva
	10/nov/09	106	Chuva			
	22/jan/10	73	Chuva			
	12/abr/10	80	Chuva			
	19/jul/10	98	Seca			
	22/nov/10	126	Chuva			
	21/jan/11	60	Chuva			
	25/abr/11	94	Chuva			
III	20/mai/11	46	Chuva	20/mai/11 02/mar/12 04/mar/12 30/jul/12 10/jan/13 04/jul/13	46 46 63 88 73 83	Chuva Chuva Chuva Seca Chuva Seca
	01/jul/11 <sup>2</sup>	42	Seca			
	26/ago/11	98	Seca			
	28/out/11	63	Chuva			
	16/jan/12	80	Chuva			
	02/mar/12	46	Chuva			
	04/mar/12	63	Chuva			
	30/jul/12	88	Seca			
	10/jan/13	73	Chuva			
	29/out/12	89	Chuva			
	12/abr/13	92	Chuva			
04/jul/13	83	Seca				

<sup>1</sup>Dias de rebrotação. <sup>2</sup>Sem corte de biomassa aérea.

No Ensaio III, houve aplicação de 110 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico antes do plantio no preparo convencional do solo e fertilização com 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O logo após o plantio. Foi realizada adubação de cobertura com 15 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 10 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 em março de 2012. Este ensaio foi implantado em dezembro de 2010 e o corte de uniformização realizado em abril de 2011. Foram avaliados 33 genótipos e duas testemunhas em 12 avaliações com 11 cortes, de maio de 2011 a julho de 2013, sendo oito (avaliações com corte) no período das chuvas e quatro avaliações com três cortes na seca. Neste ensaio houve ainda duas aplicações de 0,3 mL L<sup>-1</sup> de fungicida sistêmico à base de azoxistrobina e ciproconazol em todas as parcelas em abril e maio de 2012

para controle de rizoctonia.

Os cortes foram realizados após o período de estabelecimento, sem corte de seca para o Ensaio I. As análises bromatológicas foram realizadas, em média, com 60 dias de rebrotação para o período chuvoso e 90 dias para o período seco.

Os três ensaios foram implantados vegetativamente, com dois estolões por cova e 0,5 m entre covas e entre linhas. Como forma de padronização, cada estolão possuía cerca de 25 cm de comprimento e 5 entrenós, dos quais 3 eram cobertos por solo. No Ensaio II, a cv. BRS Mandobi também foi implantada por sementes com 0,5 m entre covas e linhas com duas sementes por cova. Todos os ensaios tiveram como testemunha as cultivares BRS Mandobi e Belmonte (denominada atualmente como Belomonte [MAPA, 2018]) propagadas vegetativamente e foram conduzidos em delineamento em blocos completos casualizados, com 4 repetições para os Ensaios I e III e 5 repetições para o Ensaio II, todos com parcelas de 1 m<sup>2</sup> de área útil.

As avaliações constaram da mensuração de caracteres agronômicos e quantificação da produção de biomassa aérea, com posterior análise bromatológica da biomassa colhida. As características agronômicas foram obtidas por avaliação visual da ocorrência de pragas e de doenças, vigor da planta e florescimento, segundo intensidade crescente observada para cada característica, adaptado de Menezes et al. (2012):

- pragas e doenças: 0 (sem ocorrência de danos) até 10 (morte de todas as plantas na parcela), segundo escala de severidade e área de incidência (ANEXO D);
- vigor da planta: 0: sem material vegetal; 1: - - - -; 2: - - -; 3: - -; 4: -; 5: 0; 6: +; 7: ++; 8: +++; 9: ++++; com nota variando de péssimo a excelente;
- florescimento: 0 - sem flores; 1 - 1 a 10% de florescimento; 2 - 11 a 20%; 3 - 21 a 30%; 4 - 31 a 40%; 5 - 41 a 50%; 6 - 51% a 60%; 7 - 61% a 70%; 8 - 71% a 80%; 9 - 81% a 90% e 10 - 91% a 100%.

A cobertura do solo (CS) foi estimada visualmente em % com auxílio de um quadrado subdividido, como utilizado por Menezes et al. (2012), e a altura do estande, em cm, pela média de três medições na parcela. A produção de matéria seca total (PMST) e de folhas (PMSF), com separação de lâmina foliar, foi quantificada após cada avaliação (corte a 2 cm acima do solo) pela secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas e estimadas em kg ha<sup>-1</sup>. As características bromatológicas avaliadas foram fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Georing e Van Soest (1970), e proteína bruta (PB),

pelo método de Kjeldahl modificado (SILVA; QUEIROZ, 2001), todas em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram analisados para cada ensaio considerando as avaliações realizadas durante todo o período experimental conjuntamente e considerando também os períodos de chuva e seca, separadamente. Foi utilizada a metodologia de modelos mistos, empregando o método da máxima verossimilhança restrita (*Restricted Maximum Likelihood* - REML) (PATTERSON; THOMPSON, 1971) para estimar os componentes de variância e a melhor predição linear não viesada (*Best Linear Unbiased Prediction* - BLUP) (HENDERSON, 1975) para predizer os valores genotípicos. Os modelos utilizados foram baseados naqueles propostos por Resende (2002) para análise de plantas perenes não aparentadas e uma planta por parcela.

Na análise de cada ensaio, considerando para cada variável as avaliações de seca e chuva de forma conjunta e de seca e de chuva separadamente, o modelo de repetibilidade utilizado foi:

$$y = Xu + Zg + Wp + Tm + e,$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $u$  é o vetor dos efeitos das combinações avaliação-repetição (considerados fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (considerados aleatórios),  $p$  é vetor dos efeitos de ambiente permanente (parcelas, considerado aleatório),  $m$  é o vetor dos efeitos da interação genótipo x avaliações e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para os casos com apenas uma avaliação (características bromatológicas), o seguinte modelo individual foi utilizado:

$$y = Xr + Zg + e,$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (considerados fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (considerados aleatórios), e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Devido ao efeito da correlação serial, intrínseco aos dados de medidas repetidas, várias estruturas residuais para o modelo de repetibilidade foram testadas e selecionadas pelo teste da razão de verossimilhança (LRT) e pelos critérios de Informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC), observados para cada matriz nos modelos onde a convergência pode ser encontrada (LITTELL et al., 2000). As matrizes de componentes de variância, não estruturada e fator analítica (SAS, 2010), ambas de primeira ordem, foram selecionadas.

Os componentes de variância obtidos pelo método REML para cada análise foram utilizados para estimação dos respectivos parâmetros genéticos (herdabilidades, repetibilidades, coeficientes de determinação e coeficientes de variação), segundo Vencovsky (1987), Holland et al. (2003) e Resende (2002). As variabilidades genotípica, de parcela permanente e da interação genótipo x avaliações, conforme o modelo, foram verificadas pela análise de deviance, com base no Teste da Razão de Verossimilhança (LRT), segundo Resende (2002). Este teste subtrai as funções  $-2\text{Log}_e L$ , sendo  $L$  a equação de verossimilhança, dos modelos completo e sem o efeito testado e compara esta diferença ao valor de  $\chi^2$  tabelado. Se o valor for significativo, o efeito testado tem variabilidade.

A repetibilidade média foi estimada da seguinte forma:

$$r_m = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_m^2}$$

em que  $\sigma_g^2$  é a variância genotípica, e  $\sigma_m^2$  é a variância da interação genótipo x avaliação. A repetibilidade individual, por sua vez, foi dada por:

$$r = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_p^2}{\sigma_g^2 + \sigma_p^2 + \sigma_m^2 + \sigma_e^2}$$

A herdabilidade média para a seleção foi dada por:

$$h_m^2 = \frac{mh_g^2}{1 + (m-1)r}$$

onde  $h_g^2$  é a herdabilidade individual no sentido amplo e  $m$  o número de medições.

A relação dos coeficientes de variação genética e residual foi calculada por:

$$CV_g / CV_e, \text{ onde: } CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} 100, CV_e = \frac{\sqrt{\sigma_e^2}}{\bar{x}} 100 \text{ e } \bar{x} \text{ é a média da variável.}$$

O número mínimo necessário de medições de cada característica para predizer o valor real dos genótipos com base nos coeficientes de determinação predeterminados de 70%, 80% e 90% foi calculado por:

$$n = \frac{R^2(1-r)}{(1-R^2)r}$$

em que  $n$  é o número de medições estimadas e  $R^2$  é o coeficiente de determinação.

A correlação de Pearson foi estimada com base nos valores genotípicos, sendo testada a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t de Student. Todo procedimento estatístico foi realizado no programa SAS®, pelo comando PROC MIXED para os modelos mistos e PROC CORR para as correlações (SAS, 2010).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Período conjunto de seca e chuva

Houve variabilidade genotípica na análise conjunta dos períodos de seca e chuva, que engloba todas as avaliações ao longo dos anos, para a maioria dos caracteres nos três ensaios, exceto para FDA e FDN do Ensaio I e FDN do Ensaio II (Tabela 2), o que confirma a alta variabilidade agronômica já observada para os genótipos de amendoim forrageiro (MENEZES et al., 2012; CARVALHO et al., 2012; FERNANDES et al., 2017). De acordo com o critério de classificação da herdabilidade proposto por Resende (2002), as herdabilidades individuais ( $h^2_g$ ) foram de baixa ( $< 15\%$ ) a moderada ( $15\% < h^2_g < 50\%$ ) magnitude. Apenas PB do Ensaio I apresentou herdabilidade de alta magnitude. Isto evidencia a importância da avaliação dos genótipos pelo valor genotípico, e não apenas pelas médias fenotípicas, como salientado por Assis et al. (2008). Além disso, a magnitude da herdabilidade determina o grau de dificuldade do melhoramento da característica de interesse, indicando a estratégia mais eficiente de seleção (RESENDE, 2002). Neste caso, a seleção com base nos caracteres voltados à produção de forragem, como vigor, CS, altura, PMST e PMSF, e PB nos Ensaios I e II tende a ser mais eficiente pela variabilidade entre genótipos e maiores herdabilidades observadas em cada ensaio.

Os coeficientes de determinação da interação genótipo x avaliação ( $c^2_m$ ) foram significativos para a maioria dos caracteres, exceto para a ocorrência de praga do Ensaio I e FDA e FDN do Ensaio III. Segundo Resende et al. (2008), esta interação pode ser problemática para o melhorista, pois indica oscilação dos melhores genótipos entre os cortes. Nos casos onde a magnitude de  $c^2_m$  foi maior que a de  $h^2_g$ , como para incidência de doença nos três ensaios, praga e florescimento nos Ensaios II e III, vigor, CS e FDN no Ensaio II e PB no Ensaio III (Tabela 2). Esta interação sugere maior influência do meio, principalmente ao longo dos períodos, o que pode ser observado de forma consistente na sazonalidade da ocorrência de praga e doenças e do florescimento (CARVALHO et al., 2009; MENEZES et al., 2012).

Tabela 2 – Herdabilidades individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ), coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação ( $c^2_m$ ) e de ambiente permanente ( $c^2_p$ ), correlação genotípica através das avaliações ( $r_m$ ), herdabilidades médias de parcela ( $h^2_m$ ), acurácia de seleção ( $Ac$ ), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) e residual ( $CV_e$ ) e repetibilidade individual ( $r$ ) na análise conjunta dos períodos para os três ensaios de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC

Ensaio I	$h^2_g$	$c^2_m$	$c^2_p$	$r_m$	$h^2_m$	$Ac$	$CV_g$	$CV_e$	$r$
Conjunta (seca + chuva)									
Praga	0,04±0,02**	0,04	0,01	0,50	0,55	0,74	2,20	10,36	0,04
Doença	0,06±0,03**	0,12**	0,01	0,31	0,58	0,76	4,19	16,10	0,06
Vigor	0,40±0,07**	0,13**	0,10**	0,76	0,89	0,94	14,09	13,61	0,50
Flor	0,33±0,06**	0,21**	0,01*	0,61	0,88	0,94	35,02	41,32	0,33
CS	0,43±0,07**	0,30**	0,08**	0,59	0,87	0,93	22,93	15,06	0,51
Altura	0,33±0,06**	0,19**	0,21**	0,63	0,79	0,89	33,26	30,54	0,53
PB <sup>1</sup>	0,55±0,23*	-	-	-	0,83	0,91	9,27	8,42	-
FDA <sup>1</sup>	0,19±0,13	-	-	-	0,48	0,69	3,61	7,49	-
FDN <sup>1</sup>	0,17±0,13	-	-	-	0,45	0,67	3,57	7,90	-
PMST	0,30±0,06**	0,24**	0,15**	0,55	0,78	0,88	32,35	33,29	0,44
PMSF	0,30±0,06**	0,13**	0,12**	0,70	0,83	0,91	31,96	38,82	0,42
Ensaio II									
Conjunta (seca + chuva)									
Praga	0,11±0,04**	0,21**	0,01	0,34	0,71	0,84	16,89	41,32	0,12
Doença	0,14±0,04**	0,34**	0,02	0,29	0,70	0,84	19,87	37,79	0,15
Vigor	0,21±0,05**	0,22**	0,04**	0,49	0,81	0,90	5,36	8,46	0,25
Flor	0,28±0,06**	0,39**	0,02*	0,42	0,82	0,91	46,07	48,26	0,30
CS	0,18±0,04**	0,21**	0,03**	0,45	0,79	0,89	4,91	8,86	0,20
Altura	0,38±0,06**	0,22**	0,09**	0,63	0,88	0,94	19,08	17,43	0,47
PB	0,34±0,10**	0,14**	0,07	0,71	0,79	0,89	4,82	5,58	0,41
FDA	0,24±0,08**	0,13**	0,04	0,66	0,73	0,85	3,54	5,54	0,28
FDN	0,06±0,04	0,11*	0,01	0,35	0,40	0,63	1,51	5,61	0,06
PMST	0,40±0,07**	0,20**	0,15**	0,67	0,87	0,93	21,44	16,93	0,55
PMSF	0,40±0,07**	0,17**	0,15**	0,70	0,87	0,93	21,00	17,73	0,55
Ensaio III									
Conjunta (seca + chuva)									
Praga	0,10±0,02**	0,11**	0,01	0,48	0,79	0,89	10,47	29,83	0,10
Doença	0,10±0,02**	0,18**	0,09**	0,35	0,66	0,81	17,87	46,36	0,18
Vigor	0,18±0,03**	0,13**	0,03**	0,58	0,85	0,92	5,59	10,77	0,21
Flor	0,36±0,04**	0,40**	0,01**	0,48	0,90	0,95	70,59	56,00	0,38
CS	0,10±0,02**	0,07**	0,03**	0,59	0,76	0,87	3,05	8,88	0,13
Altura	0,41±0,04**	0,23**	0,10**	0,64	0,89	0,94	23,72	18,85	0,41
PB	0,08±0,03**	0,15**	0,04	0,34	0,55	0,74	2,02	6,11	0,12
FDA	0,06±0,02**	0,04	0,03	0,57	0,52	0,72	1,91	7,52	0,09
FDN	0,11±0,03**	0,02	0,01	0,88	0,73	0,86	2,00	5,49	0,12
PMST	0,43±0,05**	0,19**	0,15**	0,70	0,88	0,94	18,48	13,37	0,58
PMSF	0,25±0,05**	0,19**	0,14**	0,57	0,75	0,87	18,24	23,34	0,39

<sup>1</sup>apenas uma avaliação. \* e \*\* significativo a 5 e 1% pela análise de deviance com base no teste LRT, respectivamente. (-) valores não disponíveis para esta análise. Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: altura da planta, cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; PMSF: produção de matéria seca de folhas por corte, kg ha<sup>-1</sup>.

A correlação genotípica através das avaliações ( $r_m$ ), associada ao  $c_m^2$ , permite estimar a previsibilidade do comportamento dos genótipos em relação às mudanças do ambiente (ROSADO et al., 2012), mostrando a coincidência dentre os melhores genótipos em todas as avaliações (RESENDE et al., 2008). Para maioria das características, mais de 50% dos genótipos apresentaram desempenho constante ao longo das avaliações no Ensaio I, exceto ocorrência de doença, com 31%, e no Ensaio III, exceto praga, doença, florescimento e PB, com valores de 34 a 48%. No Ensaio II, altura, PB, FDA, PMST e PMSF apresentaram valores acima de 63% e os demais caracteres variaram entre 29 a 49% (Tabela 2). Estes resultados reforçam a evidência observada por Simeão et al. (2017) de que os genótipos tendem a manter o desempenho produtivo ao longo das avaliações. Por outro lado, as demais características mostram maior influência da interação dos genótipos com diferentes épocas das avaliações.

Os coeficientes de determinação dos efeitos de parcela permanente ( $c_p^2$ ) foram significativos para a maioria dos caracteres. Para incidência de praga e doença dos Ensaios I e II, praga do Ensaio III e para os caracteres bromatológicos dos Ensaios II e III,  $c_p^2$  foi não significativo, indicando que não houve condições pontuais de favorecimento ambiental para esses caracteres, contribuindo para a menor estimativa dos efeitos do meio permanente (BRAZ et al., 2013). Segundo Viana e Resende (2014), os efeitos permanentes começam a atuar após o plantio e permanecem durante as avaliações, por exemplo, devido à estrutura e fertilidade do solo na parcela. Neste caso, nota-se maior influência nas características relacionadas à produção de forragem, como vigor, CS, altura, PMST e PMSF (Tabela 2). Por outro lado, os caracteres bromatológicos e incidência de praga e doenças, com menor variabilidade, sofrem maior influência da sazonalidade ambiental, como observado por Menezes et al. (2012) nas estações chuvosa e seca, com menor influência de efeitos permanentes. Embora se tenha verificado significância para a maioria dos caracteres avaliados, as magnitudes do  $c_p^2$  foram consistentemente inferiores às  $h_g^2$ .

As herdabilidades médias ( $h_m^2$ ), importantes quando há maior influência ambiental ou menor controle genético da característica (DIAS; RESENDE, 2001; BRAZ et al., 2013), foram de moderadas a altas (Tabela 2). Para ocorrências de praga e doença nos três ensaios, FDA e FDN do Ensaio III e FDN do Ensaio II, com baixa herdabilidade individual. O uso da herdabilidade média tende a melhorar a

eficiência de seleção, uma vez que os valores médios de parcela são considerados, melhorando assim o nível de precisão devido à ponderação das variâncias pelo número proporcional de repetições e avaliações (RESENDE, 2002; ROSADO et al., 2012). A acurácia seletiva ( $A_c$ ), diretamente relacionada à  $h^2_m$ , foi acima de 70% nos ensaios, exceto para FDA e FDN do Ensaio I e FDN do Ensaio II, nível considerado adequado nas fases iniciais de melhoramento (VIANA; RESENDE, 2014).

Os coeficientes de variação genotípica ( $CV_g$ ) foram abaixo de 10% apenas para os caracteres bromatológicos em todos os ensaios, para vigor e CS dos Ensaios II e III e doença do Ensaio I. Esta variabilidade, associada aos seus respectivos valores de coeficiente de variação residual ( $CV_e$ ), proporcionou relação  $CV_g/CV_e$  acima da unidade apenas para vigor, CS, altura, PB e FDA do Ensaio I, altura, PMST e PMSF do Ensaio II e florescimento, altura e PMST do Ensaio III (Tabela 2), o que indica que estas características podem ser mais facilmente trabalhadas no melhoramento, permitindo maiores perspectivas de ganhos com a seleção (VENCOSKY, 1987).

As repetibilidades individuais ( $r$ ), que indicam o valor máximo que a herdabilidade pode alcançar neste local, foram de baixa ( $r < 0,3$ ) magnitude para as incidências de praga e doença nos três ensaios (Tabela 2). Nos Ensaios II e III, vigor, CS e os caracteres bromatológicos, exceto PB no Ensaio II, também apresentaram baixa repetibilidade, segundo critério de classificação da repetibilidade proposto por Resende (2002), indicando que será necessário elevado número de avaliações para predizer com precisão o valor real dos indivíduos. Isto ocorre porque a proporção da variância atribuída às causas genéticas é confundida com os efeitos de parcela permanente no desenvolvimento dos genótipos (BRAZ et al., 2013), indicando que a característica possui maior influência da interação com o ambiente, uma vez que a variância deste efeito também compõem o denominador para o cálculo da repetibilidade. As demais características tiveram repetibilidade moderada ( $0,3 < r < 0,6$ ), o que reduz a quantidade de avaliações necessárias e pode otimizar tempo e recursos empregados na condução dos ensaios (BASSO et al., 2009).

A estimativa do número mínimo de avaliações para predizer com 70% de confiabilidade o valor real dos genótipos (Tabela 3) foi de 4 avaliações para PMSF; 3 para PMST, altura e CS; e 6 para vigor e florescimento, desconsiderando as três últimas para o Ensaio III. Neste caso, as estimativas do número necessário de avaliações podem ter sido superestimadas devido aos efeitos da incidência de

rizoctoniose, que causa danos severos ao tecido foliar (ASSIS et al., 2011) e, por consequência, a queda observada, principalmente, nos valores de repetibilidade do vigor e CS. Os demais caracteres mostraram número muito elevado de avaliações devido à baixa variabilidade, tornando o período de experimentação inviável, o que também é observado em ensaios com gramíneas forrageiras (BASSO et al., 2009; BRAZ et al., 2013).

Para 80% de confiabilidade na predição dos valores dos genótipos, foram estimadas 7 avaliações para PMSF; 5 avaliações para PMST, altura e CS; 9 para florescimento; e 12 para vigor, também desconsiderando o Ensaio III. Considerando a realização média de quatro avaliações anuais por ensaio (Tabela 1), essa confiabilidade é atingida com cerca de dois anos de avaliação, o que também foi observado por Basso et al. (2009), que concluem que para 80% de confiabilidade dois anos são suficientes para avaliação de genótipos em forrageiras.

Com 90% de confiabilidade, o número mínimo estimado de avaliações para PMST e PMSF foi 11 e 14, respectivamente; 9 e 10 para altura e CS; e acima de 15 para florescimento e vigor. Para esta confiabilidade, Simeão et al. (2017) estimaram 2 avaliações para PMST e PMSF em amendoim forrageiro, porém com maiores herdabilidades, o que tende a melhorar as estimativas. A variação da herdabilidade entre locais está ligada às condições do local de experimentação, envolvendo a população de trabalho, com determinado conjunto de genótipos, e as características do ensaio. Além disso, a variabilidade entre locais reflete as pequenas diferenças devidas a fatores de ambiente, afetando as plantas com intensidade distinta e, por consequência, as estimativas de suas herdabilidades (CARVALHO et al., 2001). Dessa forma, no trabalho de Simeão et al. (2017), a maior herdabilidade individual possivelmente é o resultado da menor variância ambiental, pelo menor número de cortes realizados e pelas condições mais homogêneas de avaliação (separadas por período de seca e chuva), que auxiliou nas estimativas de maiores repetibilidades e menor número de cortes para a característica avaliada.

As médias genóticas, para cada característica de acordo com os ensaios e períodos constam na Tabela 4. Para a incidência de pragas e de doenças, as médias foram baixas, o que está de acordo com o observado por Menezes et al. (2012) nas mesmas condições de estudo. Os baixos valores observados são o resultado da ocorrência natural das pragas e doenças na cultura, uma vez que não houve introdução de insetos ou inoculação de patógenos.

Tabela 3 – Estimativa do número mínimo de medições para os caracteres agrônômicos e bromatológicos de acordo com o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para genótipos de amendoim forrageiro nos períodos de chuva e seca e na análise conjunta de períodos nos três ensaios. Rio Branco, AC

	$R^2$	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	PMSF	
Conjunta	Ensaio I	70	52	39	3	5	3	3	-	-	-	3	4
		80	90	66	4	8	4	4	-	-	-	5	5
		90	200	145	9	17	9	8	1	1	1	11	12
	Ensaio II	70	17	13	6	6	3	3	4	6	36	2	2
		80	29	22	12	9	5	5	6	10	61	4	4
		90	62	47	26	17	9	10	13	22	134	7	8
	Ensaio III	70	21	11	9	4	16	3	18	24	17	2	4
		80	35	17	15	7	27	4	29	41	28	3	7
		90	80	40	33	15	59	9	65	90	61	7	14
Chuva	Ensaio I	70	45	29	3	4	2	2	-	-	-	3	4
		80	75	50	5	7	4	4	-	-	-	5	6
		90	165	109	10	15	8	7	-	-	-	11	12
	Ensaio II	70	16	20	5	4	6	3	3	6	25	2	2
		80	27	34	9	6	11	4	6	10	43	3	3
		90	58	74	20	13	23	9	11	22	94	7	7
	Ensaio III	70	15	9	6	3	9	2	41	29	19	3	6
		80	24	15	10	5	16	3	70	49	33	6	10
		90	53	33	22	10	34	6	153	108	71	12	21
Seca	Ensaio II	70	-	8	4	-	3	2	-	-	-	2	3
		80	-	13	6	-	5	3	-	-	-	4	5
		90	-	28	13	-	11	6	-	-	-	8	10
	Ensaio III	70	26	-	18	14	5	3	10	16	21	4	3
		80	44	-	30	23	9	4	16	26	35	7	5
		90	96	-	65	50	18	8	35	57	76	15	11

(-) sem dados de repetibilidade para o período ou sem variabilidade. Flor: florescimento; CS: % cobertura do solo; PB: teor de proteína bruta; FDA: teor de fibra em detergente ácido; FDN: teor de fibra em detergente neutro; PMST: produção de matéria seca total; PMSF: produção de matéria seca de folhas.

Dessa forma, como salientado por Assis et al. (2011), há a necessidade de mais estudos, uma vez que há poucos relatos de danos causados pela ocorrência de pragas e doenças para a cultura do amendoim forrageiro, o que deve ser acompanhado e considerado em ações futuras no programa de melhoramento. Um exemplo é o recente relato do primeiro surto populacional do ácaro *Tetranychus ogmophallos* no Estado do Acre por Santos (2016), que pode trazer a necessidade de experimentos específicos. Estudos do gênero ainda não foram realizados em relação a outras pragas e doenças exatamente pela baixa ocorrência registrada até o momento para o amendoim forrageiro cultivado nas propriedades rurais.

Tabela 4 – Médias genotípicas para os Ensaios I, II e III de genótipos de amendoim forrageiro na análise conjunta de seca e chuva e para os períodos separadamente. Rio Branco, AC

Ensaios	I	II	III	I	II	III	II	III
	----- Conjunta -----			----- Chuva -----			----- Seca -----	
Praga	2,72	2,09	2,35	2,82	1,96	2,25	2,50	2,56
Doença	3,03	2,06	2,14	3,02	1,47	1,82	3,83	2,77
Vigor	6,56	7,03	7,36	6,58	7,30	7,53	6,22	7,04
Flor	2,49	1,78	1,17	2,75	2,27	1,48	0,36	0,54
CS	80,58	93,31	94,07	82,15	96,22	97,17	84,57	87,86
Altura	6,63	5,50	5,29	7,09	6,23	6,06	3,31	3,75
PB	206,25	212,26	233,12	206,25	218,19	241,33	200,39	216,70
FDA	337,03	336,38	302,61	337,03	348,32	325,13	312,49	257,58
FDN	427,43	591,05	535,42	427,43	617,90	577,20	537,33	451,85
PMST	2326,05	2327,36	1695,02	2341,98	2604,13	1922,99	1614,39	1121,43
PMSF	1363,21	1373,78	844,17	1363,21	1475,18	1026,17	991,75	409,18

Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: altura da planta, cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; PMSF: produção de matéria seca de folhas por corte, kg ha<sup>-1</sup>.

As médias genotípicas de vigor foram altas, acima de 7 para os Ensaios II e III, o que também foi observado por meio de médias fenotípicas nas mesmas condições de estudo por Valentim et al. (2003). O florescimento foi baixo nos três ensaios, porém o CV<sub>g</sub> elevado, acima de 40%, indica alta variação residual para esta característica, o que também é comum para a espécie na região de cerrado (CARVALHO et al., 2009). A CS foi alta, permitindo uma cobertura acima de 80% nos três ensaios ao longo de todo o período de avaliação. Assis et al. (2008), avaliando o estabelecimento de genótipos de amendoim forrageiro nas mesmas

condições edafoclimáticas, observaram valores genotípicos acima de 90% após seis meses de plantio, porém sem período de restrição hídrica.

A altura média foi acima de 5 cm para todos os ensaios. A PMST média para os Ensaios I e II para cada corte foi acima de 2300 kg ha<sup>-1</sup>. Para o Ensaio III, a PMST média foi de 1700 kg ha<sup>-1</sup> para cada corte. A PMSF média foi de 1700 kg ha<sup>-1</sup> nos Ensaios I e II e de 840 kg ha<sup>-1</sup> no Ensaio III. A produção média anual fenotípica foi de 7700 a 8700 kg ha<sup>-1</sup> para PMST e cerca de 4700 a 5500 kg ha<sup>-1</sup> para PMSF considerando os três ensaios. Simeão et al. (2017) obtiveram valores genotípicos de PMST de 1657 kg ha<sup>-1</sup> e PMSF de 940 kg ha<sup>-1</sup>, com tempo de rebrotação médio de 130 dias, e Fernandes et al. (2017) observaram médias anuais fenotípicas de PMST de até 8680 kg ha<sup>-1</sup>, porém em região de cerrado, com maior período de seca ao longo do ano, o que reforça a importância da seleção de ecótipos adaptados a diferentes biomas.

As médias genotípicas dos caracteres bromatológicos da biomassa aérea, composta por folhas e caules, dos Ensaios I e II foram próximas às observadas por Simeão et al. (2017) apenas para as folhas de amendoim forrageiro. Isso demonstra o valor nutricional da espécie, apontada por Lascano (1994) como melhor que o da maioria das leguminosas forrageiras de importância comercial, com pequena diferenciação entre folhas e caules, inclusive nos períodos seco e chuvoso, o que torna a espécie uma opção de forragem estável ao longo do ano.

### 3.3.2 Período de chuva

No período de chuvas, as estimativas dos parâmetros nos ensaios foram próximas às observadas em suas respectivas análises conjuntas (Tabela 5), o que se justifica pelo maior número de cortes de chuva que compõe a análise com os dois períodos (Tabela 1). No entanto, observa-se aumento consistente da herdabilidade do florescimento, com redução da influência dos cortes, principalmente nos Ensaios II e III. A PB também aumentou em relação à análise conjunta, passando a não ter interação significativa de genótipos e cortes no Ensaio II, porém com queda da herdabilidade no Ensaio III, provavelmente devido à ocorrência da rizoctoniose, que causa danos à biomassa aérea.

Tabela 5 – Herdabilidades individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ), coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação ( $c^2_m$ ) e de ambiente permanente ( $c^2_p$ ), correlação genotípica através das avaliações ( $r_m$ ), herdabilidades médias de parcela ( $h^2_m$ ), acurácia de seleção ( $Ac$ ), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) e residual ( $CV_e$ ) e repetibilidade individual ( $r$ ) no período de chuva para os três ensaios de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC

Ensaio I	$h^2_g$	$c^2_m$	$c^2_p$	$r_m$	$h^2_m$	$Ac$	$CV_g$	$CV_e$	$r$
	Chuva								
Praga	0,05±0,03**	0,03	0,01	0,59	0,56	0,75	2,45	10,67	0,05
Doença	0,07±0,03**	0,11**	0,01	0,40	0,62	0,79	4,87	16,31	0,07
Vigor	0,38±0,07**	0,13**	0,09**	0,75	0,75	0,93	13,99	14,21	0,48
Flor	0,36±0,07**	0,20**	0,01*	0,64	0,88	0,94	34,64	38,20	0,37
CS	0,44±0,08**	0,30**	0,09**	0,60	0,86	0,93	22,17	14,01	0,53
Altura	0,34±0,07**	0,18**	0,21**	0,66	0,79	0,89	33,61	29,83	0,55
PB <sup>1,2</sup>	0,55±0,23*	-	-	-	0,83	0,91	9,27	8,42	-
FDA <sup>1,2</sup>	0,19±0,13	-	-	-	0,48	0,69	3,61	2,10	-
FDN <sup>1,2</sup>	0,17±0,13	-	-	-	0,45	0,67	3,57	7,90	-
PMST <sup>2</sup>	0,30±0,06**	0,24**	0,15**	0,55	0,78	0,88	32,35	33,29	0,44
PMSF <sup>2</sup>	0,30±0,06**	0,13**	0,12**	0,70	0,83	0,91	31,96	38,82	0,42
Ensaio II	Chuva								
Praga	0,11±0,04**	0,30**	0,02	0,28	0,61	0,78	17,03	38,37	0,13
Doença	0,10±0,04**	0,25**	0,01	0,29	0,62	0,79	18,28	45,80	0,10
Vigor	0,26±0,06**	0,20**	0,05*	0,56	0,81	0,90	4,92	6,84	0,30
Flor	0,37±0,07**	0,31**	0,03**	0,55	0,85	0,92	47,83	42,43	0,40
CS	0,13±0,04**	0,25**	0,14**	0,34	0,60	0,77	3,77	7,34	0,27
Altura	0,35±0,07**	0,17**	0,15**	0,67	0,83	0,91	20,57	20,20	0,50
PB	0,42±0,14**	0,02	0,01	0,96	0,86	0,93	4,98	5,64	0,44
FDA	0,21±0,10*	0,10	0,07	0,68	0,63	0,79	3,27	5,62	0,28
FDN	0,08±0,06	0,09	0,01	0,48	0,40	0,63	1,81	5,68	0,08
PMST	0,42±0,08**	0,19**	0,15**	0,69	0,86	0,93	20,27	15,46	0,57
PMSF	0,45±0,08**	0,14**	0,13**	0,76	0,88	0,94	20,89	16,53	0,58
Ensaio III	Chuva								
Praga	0,12±0,03**	0,08**	0,02	0,60	0,76	0,87	12,49	31,39	0,14
Doença	0,13±0,03**	0,18**	0,08**	0,42	0,67	0,82	23,96	52,76	0,21
Vigor	0,24±0,04**	0,08**	0,05**	0,74	0,85	0,92	6,46	10,53	0,29
Flor	0,46±0,06**	0,31**	0,02**	0,60	0,90	0,95	72,65	50,15	0,48
CS	0,11±0,03**	0,16**	0,09**	0,41	0,64	0,80	2,67	6,39	0,20
Altura	0,47±0,06**	0,17**	0,13**	0,73	0,88	0,94	26,06	18,30	0,60
PB	0,05±0,03	0,25**	0,01	0,17	0,26	0,51	1,64	6,21	0,05
FDA	0,07±0,04*	0,06	0,01	0,54	0,41	0,64	1,98	7,20	0,07
FDN	0,10±0,04**	0,04	0,01	0,73	0,54	0,74	1,82	5,28	0,11
PMST	0,28±0,02**	0,17**	0,16**	0,62	0,79	0,89	18,18	21,65	0,44
PMSF	0,21±0,06**	0,24**	0,08*	0,47	0,61	0,78	14,95	22,08	0,29

<sup>1</sup>apenas uma avaliação; <sup>2</sup>mesmo para o período de chuva e na análise conjunta de períodos. \* e \*\* significativo a 5 e 1% pela análise de deviance com base no teste LRT, respectivamente. (-) valores não disponíveis para esta análise. Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: altura da planta, cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; PMSF: produção de matéria seca de folhas, kg ha<sup>-1</sup>.

Neste período, o coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação foi não significativo para os caracteres bromatológicos dos Ensaio II e III, exceto PB do Ensaio III, confirmando a baixa variabilidade dos caracteres bromatológicos para a espécie. Estudos indicam variabilidade para estes caracteres, porém de baixa magnitude (FERREIRA et al., 2012; MENEZES et al., 2012; SIMEÃO et al., 2017), além da interação com ambiente em regiões com épocas secas mais prolongadas (FERNANDES et al., 2017), o que tende a confirmar a influência dos efeitos ambientais sazonais. As demais características apresentaram interação genótipo x avaliação neste período, exceto ocorrência de praga no Ensaio I, o que também foi observado nas mesmas condições de estudo por Menezes et al. (2012).

As correlações genotípicas através das avaliações aumentaram para vigor e florescimento nos Ensaio II e III (Tabela 5). Os caracteres bromatológicos, PMST e PMSF também mostraram maiores valores de correlação genotípica através das avaliações em relação à análise conjunta do Ensaio II. Entretanto, estes mesmos caracteres tiveram menores valores no Ensaio III, indicando maior efeito ambiental neste ensaio. A característica CS também teve queda nos valores de  $r_m$  nos dois ensaios, sugerindo que no período das chuvas os genótipos tendem a aumentar a variação no desempenho. Apenas doença do Ensaio I e praga, doença e CS do Ensaio II e doença, CS, PB e PMSF do Ensaio III tiveram valores abaixo de 50%, reforçando a tendência já observada na análise conjunta da estabilidade de produção ao longo das avaliações.

Os coeficientes de determinação dos efeitos de ambiente permanente significativos foram os mesmos observados na análise conjunta, ou seja, sem influência pontual na incidência de praga, doença e caracteres bromatológicos nos três ensaios, exceto doença no Ensaio III (Tabela 5). As herdabilidades médias foram muito próximas àquelas observadas na análise conjunta, contudo praga, CS e altura do Ensaio II e CS, PMST, PMSF e os caracteres bromatológicos do Ensaio III mostraram valores menores.

Os  $CV_g$  no período de chuvas foram relativamente maiores em relação à análise conjunta para ocorrência de praga e altura nos três ensaios e florescimento nos Ensaio II e III (Tabela 5). Os  $CV_e$  dos caracteres sofreram alterações, porém com aumento nos três ensaios apenas da ocorrência de doença, o que não alterou a acurácia acima de 70% para seleção, que foi abaixo deste valor apenas para as bromatológicas, FDA e FDN do Ensaio I, FDN do Ensaio II e PB e FDA no Ensaio III.

As repetibilidades individuais foram próximas ou maiores nos Ensaio I e II em relação àquelas da análise conjunta, exceto vigor do Ensaio I e doença do Ensaio II (Tabela 5), devido às menores herdabilidades. No Ensaio III as repetibilidades foram maiores para praga, doença, vigor, florescimento e altura.

Houve aumento do número mínimo de medições, considerando 70% de confiabilidade, para PMSF e CS, e redução para florescimento, com 4 avaliações (Tabela 3). Para 80% de confiança, a estimativa do número de medições caiu para os caracteres altura, vigor e florescimento, com 4, 7 e 7, respectivamente. Para 90%, apenas vigor e altura tiveram as estimativas menores em relação à análise conjunta, o que, no entanto, não seria vantajoso, uma vez que o número médio de medições anuais realizados neste período (Tabela 1) tende a elevar o tempo de experimentação.

As médias observadas neste período foram maiores que na análise conjunta para os caracteres relacionados à produção de forragem (Tabela 4), como PMST e PMSF, vigor, CS e altura, o que também foi observado para regiões de maior restrição hídrica (FERNANDES et al., 2017; SIMEÃO et al., 2017), caracterizando o efeito da estacionalidade de produção (SOUZA SOBRINHO et al., 2011). Houve aumento também das fibras, o que pode ter ocorrido devido à maior produção de biomassa total e de folhas, resultado do aumento do processo metabólico proporcionado pelas condições climáticas favoráveis, e conseqüente aceleração da idade fisiológica da planta. Isso tende a aumentar o teor de fibras insolúveis da biomassa aérea (VAN SOEST, 1994), porém ainda mantendo teores adequados para alimentação animal (PAULINO et al., 2012).

O teor de PB, apesar da pequena variação, mostrou menor variabilidade entre as análises, indicando que a qualidade da forragem foi mais constante entre os períodos estudados, fenômeno comum para leguminosas forrageiras (TEIXEIRA et al., 2010; MOURA et al., 2011). Por outro lado, as médias genótípicas das ocorrências de praga e doença no período das chuvas foram menores nos três ensaios para este período, exceto praga do Ensaio I, o que também foi observado por Menezes et al. (2012) nas mesmas condições de estudo. Isto pode estar relacionado ao ambiente menos favorável para o ciclo de desenvolvimento das pragas e dos vetores das doenças em plantas perenes, devido à maior umidade, além do aumento do vigor das plantas neste período, o que pode contribuir para a menor severidade dos danos (BIERAS; SANTOS, 2004; CAMPANHA et al., 2004).

### 3.3.3 Período de seca

No período de seca, ocorrência de praga e florescimento do Ensaio II e doença no Ensaio III não tiveram seus parâmetros estimados pela falta de convergência dos dados, ocasionada pela variabilidade nula dos valores obtidos nas avaliações (Tabela 6). Para as demais características, apenas doença e FDN do Ensaio II e FDA do Ensaio III não tiveram variabilidade genotípica neste período.

As herdabilidades individuais foram maiores em relação à análise conjunta, exceto para PMST do Ensaio II e praga, vigor, florescimento, FDA, FDN e PMST do Ensaio III. Mesmo com a redução em magnitude na maioria das características, os coeficientes de determinação dos efeitos da interação,  $c^2_m$ , foram significativos nos Ensaio II e III, exceto altura do Ensaio II e os caracteres bromatológicos do Ensaio III, indicando condições ambientais mais homogêneas entre avaliações neste período. Por outro lado, os coeficientes de determinação dos efeitos de parcela permanente,  $c^2_p$ , relacionados às influências pontuais ao longo das avaliações, foram relativamente maiores, principalmente o Ensaio II. Interessante notar que este período exerce influência ambiental crítica em CS, que tendeu a sofrer majoritariamente nos dois ensaios com os coeficientes de determinação dos efeitos da interação e de parcela permanente, os quais foram maiores em magnitude que a própria herdabilidade.

A correlação genotípica através das avaliações,  $r_m$ , (Tabela 6) foi acima de 50% para todos os caracteres do Ensaio II, exceto doença, com tendência de aumento em relação à análise conjunta, reforçando a redução do efeito da interação. Isto também pode ser observado para os caracteres bromatológicos do Ensaio III, com altos valores de  $r_m$ . Neste ensaio, houve redução da correlação através das avaliações para os caracteres florescimento, vigor e CS, com valores abaixo de 50%. Nestes casos, o coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação foi mais pronunciado que na análise no período de chuvas, o que provavelmente ocorreu pelos efeitos da restrição hídrica nos genótipos.

As herdabilidades médias apresentaram menores magnitudes em relação à análise conjunta, exceto para os caracteres bromatológicos do Ensaio II e PB do Ensaio III, devido à menor variação do ambiente (Tabela 6). A maioria dos caracteres também mostrou aumento do  $CV_g$  no período de seca, exceto pela ocorrência de doença e altura no Ensaio II e praga, vigor, florescimento e altura no

Ensaio III. Por outro lado, os  $CV_e$  também aumentaram, indicando maior influência do ambiente principalmente na PMST e PMSF, o que tendeu a reduzir a acurácia de seleção neste período, exceto para os caracteres bromatológicos do Ensaio II. Os caracteres vigor, florescimento e FDA do Ensaio III mostraram valores menores que 70%.

Tabela 6 – Herdabilidades individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ), coeficientes de determinação dos efeitos da interação genótipo x avaliação ( $c^2_m$ ) e de ambiente permanente ( $c^2_p$ ), correlação genotípica através das avaliações ( $r_m$ ), herdabilidades médias de parcela ( $h^2_m$ ), acurácia de seleção (Ac), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) e residual ( $CV_e$ ) e repetibilidade individual (r) no período de seca para os Ensaios II e III de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC

Ensaio II	$h^2_g$	$c^2_m$	$c^2_p$	$r_m$	$h^2_m$	Ac	$CV_g$	$CV_e$	r
	Seca								
Praga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doença	0,17±0,09	0,22*	0,07	0,44	0,49	0,70	17,62	31,84	0,24
Vigor	0,36±0,13*	0,19**	0,05	0,65	0,71	0,84	10,46	11,03	0,41
Flor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CS	0,20±0,09*	0,20**	0,25**	0,50	0,52	0,72	9,85	13,16	0,44
Altura	0,39±0,13**	0,04	0,20**	0,91	0,80	0,90	16,66	16,21	0,59
PB <sup>1</sup>	0,54±0,22*	-	-	-	0,86	0,93	7,15	6,55	-
FDA <sup>1</sup>	0,50±0,21*	-	-	-	0,83	0,91	5,20	5,23	-
FDN <sup>1</sup>	0,17±0,12	-	-	-	0,51	0,72	2,45	5,35	-
PMST	0,40±0,13*	0,13**	0,13**	0,76	0,76	0,87	26,12	23,94	0,53
PMSF	0,35±0,12*	0,12**	0,15**	0,74	0,73	0,85	26,27	27,69	0,50
Ensaio III	Seca								
Praga	0,08±0,03**	0,08*	0,01	0,52	0,53	0,73	8,62	27,61	0,08
Doença	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigor	0,08±0,03*	0,23**	0,04	0,25	0,42	0,65	3,65	10,62	0,12
Flor	0,13 ±0,04*	0,57**	0,01	0,19	0,45	0,67	50,66	74,65	0,15
CS	0,15±0,05**	0,22**	0,18**	0,40	0,53	0,73	5,61	9,92	0,32
Altura	0,47±0,08**	0,13**	0,05**	0,78	0,78	0,94	16,21	13,89	0,52
PB	0,20±0,06*	0,01	0,01	0,99	0,75	0,87	2,90	5,82	0,20
FDA	0,06±0,03	0,01	0,07	0,95	0,38	0,62	2,14	8,32	0,13
FDN	0,10±0,04*	0,01	0,01	0,99	0,57	0,76	2,03	6,05	0,10
PMST	0,29±0,06**	0,13**	0,08**	0,70	0,74	0,86	22,77	29,63	0,37
PMSF	0,30±0,08**	0,14**	0,17**	0,69	0,72	0,85	37,05	42,31	0,47

<sup>1</sup>apenas uma avaliação. \* e \*\* significativo a 5 e 1% pela análise de deviance com base no teste LRT, respectivamente. (-) valores não disponíveis para esta análise. Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: altura da planta, cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; PMSF: produção de matéria seca de folhas por corte, kg ha<sup>-1</sup>.

As repetibilidades individuais aumentaram no Ensaio II, exceto para PMST e PMSF, como consequência direta das maiores herdabilidades e dos efeitos de parcela permanente. Por outro lado, diminuíram no Ensaio III, exceto para CS, altura, PB e FDA, o que sugere que os efeitos ambientais sazonais foram maiores em relação aos efeitos genotípicos neste caso e possivelmente influenciados pela incidência de rizoctoniose.

O número mínimo de medições (Tabela 3), considerando 70% de confiança, para PMST, PMSF e altura foi 4, 3 e 3, respectivamente, os mesmos da análise conjunta, menor para CS, com 5 medições, e 4 para vigor, novamente desconsiderando para este caráter o Ensaio III. Para o florescimento foram estimadas 14 avaliações, o que torna sua realização inviável durante este período.

Para 80% de confiança, o número de avaliações foi menor ou igual ao estimado para cada caráter na análise conjunta, exceto para florescimento e vigor, com maior número de avaliações. O mesmo foi observado considerando 90% de confiança, porém apenas o florescimento com número de cortes acima do estimado na análise conjunta, o que reflete os maiores valores de herdabilidade e repetibilidade deste período. Contudo, considerando que normalmente são realizadas de uma a duas avaliações anuais neste período (Tabela 1), o tempo de experimentação mais do que dobraria, tornando inviável a realização de avaliações apenas no período seco.

As médias genotípicas foram menores em relação à análise conjunta e ao período de chuvas, com aumento apenas da incidência de doença e praga nos Ensaios II e III, respectivamente, o que corrobora os relatos de maiores incidências no período seco (ASSIS et al., 2011; MENEZES et al., 2012).

#### 3.3.4 Correlações genotípicas

Os coeficientes de correlação genotípica foram significativos, positivos e variaram de moderada (0,34 a 0,66) a alta magnitude ( $> 0,67$ ), de acordo com a classificação da correlação proposta por Resende (2015), entre os caracteres voltados à produção de forragem (vigor, CS, altura, PMST e PMSF) (Tabela 7, Tabela 8 e Tabela 9), exceto entre altura e CS e entre as produções de matéria seca e CS e vigor no Ensaio III.

Tabela 7 – Correlações genótípicas entre as características agronômicas e bromatológicas de amendoim forrageiro no Ensaio I, realizado entre os anos de 2006 e 2008, no período de chuva e na análise conjunta. Rio Branco, AC

Ensaio I	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST
Chuva										
Praga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doença	-0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigor	-0,05	-0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
Flor	0,13	0,24	-0,31	-	-	-	-	-	-	-
CS	-0,12	0,03	0,91**	-0,24	-	-	-	-	-	-
Altura	0,57**	-0,19	0,54*	0,04	0,33	-	-	-	-	-
PB	-0,25	-0,26	0,48*	-0,24	0,44*	-0,03	-	-	-	-
FDA	0,36	0,05	-0,17	-0,09	-0,31	0,21	-0,25	-	-	-
FDN	0,27	-0,09	-0,10	-0,45*	-0,03	-0,03	-0,11	0,51*	-	-
PMST	-0,07	-0,22	0,96**	-0,38	0,84**	0,51*	0,39	-0,13	-0,10	-
PMSF	-0,09	-0,27	0,96**	-0,40	0,83**	0,48*	0,47*	-0,17	-0,14	0,98**
Conjunta										
Praga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doença	-0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigor	-0,04	-0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
Flor	0,17	0,27	-0,37	-	-	-	-	-	-	-
CS	-0,11	0,04	0,91**	-0,31	-	-	-	-	-	-
Altura	0,57**	-0,13	0,56**	0,02	0,35	-	-	-	-	-
PB	-0,25	-0,30	0,47*	-0,28	0,45*	-0,03	-	-	-	-
FDA	0,36	0,04	-0,13	-0,07	-0,29	0,21	-0,25	-	-	-
FDN	0,27	-0,11	-0,09	-0,43	-0,05	-0,03	-0,11	0,51*	-	-
PMST	-0,08	-0,17	0,97**	-0,44*	0,89**	0,50*	0,39	-0,13	-0,10	-
PMSF	-0,09	-0,22	0,96**	-0,45*	0,87**	0,48*	0,47*	-0,17	-0,14	0,98**

\* e \*\* significativo pelo teste t de Student a 5% e 1%, respectivamente. (-) valores ou dados ausentes. Flor: florescimento; CS: % de cobertura do solo; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro; PMST: produção de matéria seca total por corte; PMSF: produção de matéria seca total e de folhas por corte.

Tabela 8 – Correlações genótípicas entre as características agrônômicas e bromatológicas de amendoim forrageiro no Ensaio II, realizado entre os anos de 2009 e 2011, nos períodos de chuva (abaixo da diagonal) e seca (acima da diagonal) e na análise conjunta de períodos. Rio Branco, AC

Ensaio II	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	PMSF
	Chuva (abaixo da diagonal) e Seca (acima da diagonal)										
Praga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doença	0,59**	-	-0,74**	-	-0,81**	0,00	-0,39	-0,08	-0,36	-0,51*	-0,57*
Vigor	-0,80**	-0,89**	-	-	0,78**	0,52*	0,20	0,21	0,28	0,89**	0,79**
Flor	0,25	0,50*	-0,46	-	-	-	-	-	-	-	-
CS	-0,43	-0,80**	0,76**	-0,43	-	0,22	0,28	0,26	0,47	0,69**	0,70**
Altura	0,62**	-0,08	-0,12	-0,04	0,32	-	-0,14	0,44	0,20	0,57*	0,42
PB	0,00	-0,12	0,20	0,19	0,15	-0,03	-	0,39	0,42	-0,06	0,07
FDA	0,56*	0,26	-0,23	-0,09	-0,15	0,43	0,24	-	0,55*	0,07	0,05
FDN	-0,01	-0,38	0,39	-0,41	0,34	0,18	0,45	0,54*	-	0,08	0,17
PMST	-0,30	-0,60**	0,65**	-0,46	0,82**	0,41	0,05	0,11	0,35	-	0,91**
PMSF	-0,26	-0,61**	0,67**	-0,53*	0,84**	0,43	0,16	0,16	0,50*	0,96**	-
Conjunta											
Praga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doença	0,52*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigor	-0,63**	-0,90**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flor	0,26	0,58*	-0,49*	-	-	-	-	-	-	-	-
CS	-0,45	-0,84**	0,87**	-0,46	-	-	-	-	-	-	-
Altura	0,62**	-0,07	0,06	-0,06	0,28	-	-	-	-	-	-
PB	-0,12	-0,38	0,35	0,01	0,20	-0,13	-	-	-	-	-
FDA	0,41	0,07	0,04	-0,21	0,06	0,48	0,32	-	-	-	-
FDN	-0,07	-0,60**	0,61**	-0,55*	0,52*	0,28	0,53*	0,59*	-	-	-
PMST	-0,21	-0,65**	0,78**	-0,43	0,83**	0,48*	0,08	0,26	0,46	-	-
PMSF	-0,09	-0,66**	0,74**	-0,48*	0,78**	0,57*	0,14	0,31	0,53*	0,97**	-

\* e \*\* significativo pelo teste t de Student a 5% e 1%, respectivamente. (-) valores ou dados ausentes. Flor: florescimento; CS: % de cobertura do solo; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro; PMST: produção de matéria seca total por corte; PMSF: produção de matéria seca de folhas por corte.

Tabela 9 – Correlações genótípicas entre as características agronômicas e bromatológicas de amendoim forrageiro no Ensaio III, realizado entre os anos de 2011 e 2013, nos períodos de chuva (abaixo da diagonal) e seca (acima da diagonal) e na análise conjunta de períodos. Rio Branco, AC

Ensaio III	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	PMSF
Chuva (abaixo da diagonal) e Seca (acima da diagonal)											
Praga	-	-	-0,33	0,18	-0,16	0,41*	-0,28	0,09	-0,25	0,44**	0,42*
Doença	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigor	-0,63**	-0,78**	-	0,03	0,65**	0,22	0,36*	-0,06	0,02	0,47**	0,49**
Flor	0,17	0,11	-0,17	-	-0,09	0,25	0,16	-0,03	-0,50**	0,38*	0,30
CS	-0,14	-0,66**	0,45**	-0,33	-	-0,09	0,21	-0,02	0,13	0,31	0,29
Altura	0,49**	0,22	-0,36*	0,29	-0,32	-	0,01	-0,31	-0,46**	0,74**	0,74**
PB	-0,05	-0,14	0,24	-0,24	0,22	-0,31	-	0,13	0,20	0,14	0,15
FDA	0,34*	-0,09	-0,11	0,45**	-0,19	0,08	-0,21	-	0,50**	0,05	0,03
FDN	-0,14	-0,25	0,29	-0,22	0,07	-0,58**	0,41*	0,32	-	-0,37*	-0,30
PMST	0,27	-0,38*	0,16	0,24	0,36*	0,59**	-0,20	0,12	-0,40*	-	0,98**
PMSF	0,07	-0,40*	0,30	0,12	0,40*	0,50*	-0,12	0,01	-0,30	0,92*	-
Conjunta											
Praga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doença	0,38*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vigor	-0,68**	-0,83**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flor	0,20	0,07	-0,19	-	-	-	-	-	-	-	-
CS	-0,24	-0,56**	0,56**	-0,20	-	-	-	-	-	-	-
Altura	0,52**	0,13	-0,29	0,28	-0,32	-	-	-	-	-	-
PB	-0,20	-0,36*	0,39*	-0,14	0,29	-0,22	-	-	-	-	-
FDA	0,21	-0,11	-0,05	0,33	-0,19	-0,09	0,02	-	-	-	-
FDN	-0,31	-0,20	0,28	-0,35*	0,07	-0,60**	0,47**	0,39*	-	-	-
PMST	0,32	-0,34*	0,16	0,28	0,31	0,66**	-0,02	0,10	-0,43*	-	-
PMSF	0,42*	-0,18	0,04	0,23	0,23	0,76**	-0,06	0,00	-0,45**	0,95**	-

\* e \*\* significativo pelo teste t de Student a 5% e 1%, respectivamente. (-) valores ou dados ausentes. Flor: florescimento; CS: % de cobertura do solo; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro; PMST: produção de matéria seca total por corte; PMSF: produção de matéria seca de folhas por corte.

A altura apresentou correlação significativa positiva de moderada magnitude com PMST e PMSF no Ensaio I e na análise conjunta do Ensaio II. No Ensaio III, passou a estar altamente correlacionada com PMST e PMSF, exceto no período de chuvas, com correlação moderada. Por ser uma variável não destrutiva e facilmente medida antes dos cortes, a altura tem sido recomendada para utilização via seleção indireta voltada para ganhos de matéria seca, esta obtida apenas após o corte (CUNHA; LIMA, 2010; MENEZES et al., 2014).

A seleção indireta facilita o incremento de um caráter alvo de difícil obtenção ou baixa herdabilidade, principalmente se a resposta correlacionada for alta (RESENDE, 2002). Esta resposta é importante na seleção multicausal, pois determina os caracteres a serem utilizados (BASSO et al., 2009). No entanto, sua aplicação considerando a altura e PMST em amendoim forrageiro necessita de mais investigações, principalmente por apresentar variação em relação às significâncias e magnitudes de correlação. Neste caso, se comprovada a atuação da altura sobre PMST, sua utilização pode ocorrer ainda em períodos específicos, como observado pela tendência de aumento na magnitude de correlação com PMST no período de seca em relação à análise conjunta nos Ensaios II e III (Tabela 8 e Tabela 9). Por outro lado, CS e vigor, também variáveis não destrutivas, mostraram correlação altamente significativa, e de forma geral, de alta magnitude com PMST. Além da possibilidade da seleção indireta, altas correlações, também são importantes em estudos de divergência genética, pois auxiliam na redução do número de caracteres utilizados devido à redundância de informação (MENEZES et al., 2012).

As ocorrências de praga e doença correlacionaram-se significativamente entre si em moderada magnitude apenas no Ensaio II. A ocorrência de praga apresentou correlação mediana altamente significativa com altura, exceto no período seco do Ensaio III, o que pode ter ocorrido em decorrência da maior altura de dossel favorecer o alojamento de insetos, que se alimentam principalmente de tecidos foliares (ASSIS et al., 2011). A ocorrência de praga ainda teve correlação mediana significativa com FDA no período de chuvas dos Ensaios II e III, relacionado, provavelmente, ao maior crescimento vegetativo das plantas neste período.

A ocorrência de doença correlacionou-se negativamente, também com moderada magnitude, com PMST e PMSF nos Ensaios II e III, exceto PMSF na análise conjunta do Ensaio III, sem correlação significativa. Segundo Viana et al. (2004), altas produções relacionam-se à menor ocorrência de doenças, devido à

menor perda de área foliar, acarretando maior processo fotossintético e, por consequência, maior vigor e produção das plantas. De fato, vigor também se correlacionou de forma negativa e com alta significância com doença nos Ensaios II e III (Tabela 8 e Tabela 9).

O florescimento teve correlação negativa de média magnitude com FDN nas análises conjuntas dos Ensaios II e III, e de forma pontual, correlação positiva com FDA no período de chuva do Ensaio III. O florescimento tende a ser muito variável entre genótipos e locais de avaliação, além de sofrer influência direta do manejo e da disponibilidade hídrica (CARVALHO et al., 2009; DÁVILA et al., 2011; MENEZES et al., 2012). Por outro lado, FDN e FDA possuem menor variabilidade entre genótipos, com pequena variação ao longo do ano (LASCANO, 1994; FERNANDES, et al., 2017). Neste estudo, devido à falta de variabilidade observada para FDN nos Ensaios I e II (Tabela 2 e Tabela 5), a relação do florescimento com as variáveis bromatológicas pode estar ligada a fatores sazonais, uma vez que houve correlação negativa significativa de moderada magnitude nas análises conjuntas do florescimento com PMST e PMSF no Ensaio I e com PMSF do Ensaio II. Neste caso, o aumento da produção de forragem dos genótipos associado à queda na produção de flores poderia explicar a relação inversa do florescimento com os teores de FDN, o qual está ligado ao crescimento vegetativo e ao amadurecimento fisiológico das espécies forrageiras (DETMANN, et al., 2003).

De forma geral, as correlações entre as variáveis relacionadas à produção de forragem (vigor, altura, PMST, PMSF e CS) foram constantes ao longo dos períodos, mostrando que este conjunto de variáveis possui relações bem estabelecidas e altamente responsivas à produção de biomassa aérea em amendoim forrageiro. Essas correlações, associadas aos parâmetros estimados na análise conjunta, permitem otimizar o tempo de execução dos ensaios, o que traz redução no tempo de avaliação, incorrendo em menores gastos de recursos e mão de obra para o programa de melhoramento (BASSO et al., 2009).

A análise por períodos, no entanto, justifica-se em casos específicos, como o estudo da incidência natural de pragas e doenças na cultura, as quais se intensificam no período seco, e o melhoramento genético voltado para a redução da estacionalidade de produção de matéria seca, uma vez que não houve perda da qualidade da informação para esta variável neste período. O florescimento, altamente influenciado pelas condições ambientais, foi favorecido no período

chuvoso, com melhoria dos parâmetros estimados neste período. É interessante ressaltar também, que apesar da baixa variação, o caráter PB também apresentou maior influência genotípica no período seco, o que pode ser explorado em etapas mais avançadas do programa de melhoramento genético da espécie.

Nota-se ainda que a interação com o meio, que já era esperada na análise conjunta para a maioria dos caracteres por conter todas as avaliações ao longo dos anos, repetiu-se nas análises por período, em tese, sob condições ambientais mais homogêneas, com tendência a reduzir a magnitude da interação genótipo x avaliações para vários caracteres, porém ainda de efeito significativo. Dessa forma, mesmo em baixa magnitude, o efeito de parcela permanente tendeu a aumentar nas análises por período, ressaltando as diferenças pontuais dentro dos ensaios, principalmente para os caracteres vigor, CS e altura. Isso reforça os efeitos das influências ambiental e genotípica nas interações complexas entre os genótipos ao longo do ano. O regime climático nas regiões tropicais afeta diretamente a expressão fenotípica por meio da sazonalidade, refletindo-se na estacionalidade de produção (SOUSA SOBRINHO et al., 2011; MENEZES et al., 2012). O desempenho dos genótipos, por sua vez, é condicionado por suas características de potencial de uso e adaptação em cada condição e localidade (ASSIS et al., 2008; SIMEÃO et al., 2017).

### 3.4 CONCLUSÕES

Há variabilidade genética entre os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de amendoim forrageiro para caracteres agrônômicos nos períodos de chuva e de seca avaliados conjunta e separadamente.

Para os caracteres bromatológicos, como FDA e FDN, não foi detectada variabilidade em alguns ensaios.

Há condição favorável à seleção, com alta acurácia, para os caracteres agrônômicos, com elevada consistência entre ensaios e períodos.

As herdabilidades individuais estimadas, em geral, de baixa a média magnitude, indicam maiores dificuldades no melhoramento.

É possível a construção de índices de seleção com caracteres de interesse, como cobertura do solo e produção de matéria seca com alta acurácia, no período seco, considerando apenas essa época do ano.

## REFERÊNCIAS

- ACRE. Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA. Programa Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Recursos naturais:** geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/Acre, fase II, Documento síntese - escala 1:250.000. Rio Branco, 2010. 180 p.
- ANDRADE, C. M. S. de; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. Productivity, utilization efficiency and sward targets for mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 3, p. 512-520, mar. 2012.
- ANDRADE, C. M. S. de; WADT, P. G. S.; ZANINETTI, R. A.; VALENTIM, J. F. **Recomendação de calagem e adubação para pastagens no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2014. 11 p. (Circular técnica, 46).
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. (Ed.). **Produção de sementes de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre. 2011. (Sistemas de produção, 4). Disponível em <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao16\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=3830&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicId=3820](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3830&p_r_p_-996514994_topicId=3820)>. Acesso em 19 jan. 2016.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; AZEVEDO, J. M. A. de; FERREIRA, A. S. 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**, Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 1905-1911, nov. 2008.
- BASSO, K. C.; RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; GONÇALVES, M. C.; LEMPP, B. Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 17-22, [jan./mar.] 2009.
- BIERAS, A. R.; SANTOS, M. J. Z. dos. Influência climática na incidência do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) na citricultura dos municípios de Limeira e Bebedouro (SP). **Geosul**, Florianópolis, v. 19, n. 37, p. 95-114, jan./jun. 2004.
- BRAZ, T. G. dos S.; FONSECA, D. M. da; JANK, L.; RESENDE, M. D. V. de, MARSTUSCELLO, J. A.; SIMEÃO, R. M. Genetic parameters of agronomic characters in *Panicum maximum* hybrids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 4, p. 231-237, abr. 2013.
- CAMPANHA, M. M.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B. de; MARTINEZ, H. E. P.; FINGER, F. L.; GARCIA, S. L. R. Incidência de pragas e doenças em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e em monocultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 51, n. 295, p. 391-396, jul./ago. 2004.
- CARVALHO, I. F. de; SILVA, S. A.; KUEK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel. Ed. Universitária, 2001. 99 p.

CARVALHO, M. A.; PIZARRO JUNCAL, E. A.; VALLS, J. F. M. Flowering dynamics and seed production of *Arachis pintoii* and *Arachis repens* in the Brazilian Cerrados. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 43, n. [1], p. 139-150, [Jan./Dec.] 2009.

CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. de. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p. 701-706, abr. 2010.

DÁVILA, C.; URBANO, D.; CASTRO, F. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoii*) en el estado Mérida II. Características morfológicas y producción de semilla. **Zootecnia Tropical**, Edo Aragua, v. 29, n. 1, p 7-15, Mar. 2011.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C. de; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. de C.; CABRAL, L. da S.; LANA, R. de P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1763-1777, nov./dez. 2003.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. de. Estratégias e métodos de seleção. In: DIAS, L. A. S. **Melhoramento genético do cacauero**. Viçosa, MG, FUNAPE, UFG. 2001. Disponível em: <<http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&articleId=166&page=-2>>. Acesso em 17 nov. 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K.; CARVALHO, M. A.; MACIEL, G. A.; ASSIS, G. M. L. de; BRAGA, G. J. Forage yield and nutritive value of *Arachis* spp. genotypes in the Brazilian savanna. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 5, n. 1, p. 19-28, Jan. 2017.

FERREIRA, A. L.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; OLIVEIRA, L. S.; PEREIRA, J. M. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 856-863, abr. 2012.

GEORING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis**: apparatus, reagents, procedures and some application. Washington: USDA-ARS Agricultural Handbook, 1970. 379 p.

HENDERSON, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, Oxford, UK, v. 31, n. 2, p. 423-447, June 1975.

HOLLAND, J. B.; NYQUIST, W. E.; CERVANTES-MARTINEZ, C. T. Estimating and Interpreting Heritability for Plant Breeding: An Update. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant Breeding Reviews**, v. 22, Oxford, UK: John Wiley & Sons, 2003. p. 9-112.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP**: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em 23 jan. 2017.

LASCANO, C. E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. (Ed.) **Biology and Agronomy of forages Arachis**. Cali: CIAT, 1994. p. 109-121.

LITTELL, R. C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v. 19, n. 13, p. 1993-1819, July 2000.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. CULTIVARWEB – Gerenciamento de Informação. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em 09 fev. 2018.

MENEZES, A. P. M.; ASSIS, G. M. L. de; ATAVELI, M.; SILVA, H. S. F. da; AZEVEDO, J. M. A. de; MENDONÇA, M. S. de. Genetic divergence between genotypes of forage peanut in relation to agronomic and chemical traits. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 7, p. 1608-1617, jul. 2012.

MENEZES, B. R. S.; DAHER, R. F.; GRAVINA, G. de A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do; OLIVEIRA, A. V.; SCHNEIDER, L. S. A.; SILVA, V. B. Correlações e análise de trilha em capim-elefante para fins energéticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 9, n. 3, p. 465-470, [jul./set.] 2014.

MOURA, R. L. de; NASCIMENTO, M. do. P. S. C. B. do; RODRIGUES, M. M.; OLIVEIRA, M. E.; LOPES, J. B. Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de estilosantes Campo Grande em cinco idades de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 249-254, [jul./set.] 2011.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, Oxford, v. 58, n. 3, p. 545-554, Dec. 1971.

PAULINO, V. T.; BUENO, M. S.; ABDALLA, A. L. Composição química e compostos fenólicos em *Arachis pintoi* 'Belmonte'. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 61, n. 236, p. 611-614, Dic. 2012.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética quantitativa e de populações**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2015. 452 p

RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2008. 293 p.

ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 7, p. 964-971, jul. 2012.

SÁ, C. P. de; BAYMA, M. N. A.; CARVALHO, B. P. **Avaliação dos impactos da tecnologia: recomendação do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em pastagem no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 18 p.

SANTOS, R. S. Infestação de *Tetranychus ogmophallos* Ferreira & Flechtmann (Acari: Tetranychidae) em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Greg.) nos Estados do Acre e Minas Gerais. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 9, n. 1, p. 69-72, [jan./abr.] 2016.

- SAS. **SAS/STAT User guide** – Version 9.22. Cary, US: SAS Institute Inc., 2010.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2001. 235 p.
- SIMEÃO, R. M.; ASSIS, G. M. L.; MONTAGNER, D. B. ; FERREIRA, R. C. U. Forage peanut (*Arachis* spp.) genetic evaluation and selection. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 72, n. 2, p. 322-332, June 2017.
- SIMPSON, C. E.; VALLS, J. F. M.; MILES, J. W. Reproductive biology and the potential for genetic recombination in *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 43-52.
- SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, F. J. da S.; KOPP, M. M. Estacionalidade e estabilidade de produção de forragem de progênies de *Brachiaria ruziziei*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 685-691, jul./ago. 2011.
- TEIXEIRA, V. I.; DUBEUX JR., J. C. B.; SANTOS, M. V. F. dos; LIRA JR., M. de A.; LIRA, M. de A.; SILVA, H. M. S. da. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no Nordeste brasileiro. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 59, n. 226, p. 245-254, Jun. 2010.
- VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; MENDONÇA, H. A. de; SALES, M. F. L. Velocidade de Estabelecimento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1569-1577, nov./dez. 2003. (Supl., 1).
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VASCONCELOS, J. M.; SALES, M. F. L.; ANDRADE, C. M. S. de; FARINATTI, L. H. E. Performance of Nelore steers grazing pure and mixed pastures in Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 50., 2013, Campinas. **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, 2013. (CD-ROM).
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, V. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.
- VIANA, A. P.; RESENDE, M. D. V. de. **Genética quantitativa no melhoramento de fruteiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 296 p.
- VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; KOZEN, E. A.; BOTREL, M. de A.; GIANASI, L.; MASCARENHAS, M. H. T.; FREIRE, F. M. Avaliação de cultivares de alfafa nas condições de Cerrado no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 3, p. 289-292, mar. 2004.

## **4 CAPÍTULO II**

### **VARIABILIDADE GENÉTICA EM AMENDOIM FORRAGEIRO: 2. SELEÇÃO MULTICARACTERÍSTICA PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E FINS ORNAMENTAIS**

## RESUMO

A seleção de genótipos superiores considerando várias características simultaneamente permite o lançamento de cultivares mais adaptadas, produtivas e nutritivas. Com o objetivo de selecionar genótipos de amendoim forrageiro para uso como forragem na alimentação animal e para fins ornamentais, 67 genótipos foram avaliados. Doze características agronômicas e bromatológicas foram mensuradas em três ensaios temporalmente separados em delineamento de blocos completos casualizados. O método dos modelos mistos foi empregado na estimação dos parâmetros genéticos e na predição dos valores genotípicos, os quais foram utilizados na aplicação dos índices de seleção. Os critérios de seleção consideraram características voltadas para o uso do amendoim forrageiro como forragem e para fins ornamentais, considerando nas duas situações a propagação vegetativa e por sementes. Nesse contexto, a produtividade de sementes também foi avaliada. Houve variabilidade genética com alta herdabilidade para a produção de sementes. Vigor de planta, cobertura do solo e produção de matéria seca correlacionaram-se negativamente com a produção de sementes. Entre os 67 genótipos avaliados, há possibilidade de seleção de 14 e 16 genótipos propagados por sementes para uso como forragem e para fins ornamentais, respectivamente. Para propagação vegetativa, há 16 e 14 genótipos promissores, respectivamente, para uso como forragem e ornamental. Genótipos propagados vegetativamente, em geral, apresentam maior desempenho para as características agronômicas relacionadas à produção de forragem.

**Palavras-chave:** *Arachis pintoi* e *A. repens*. Finalidade. Índice de seleção. Variabilidade.

## GENETIC VARIABILITY IN FORAGE PEANUT: 2. MULTICARACTERISTIC SELECTION FOR FORAGE PRODUCTION AND ORNAMENTAL USE

### ABSTRACT

Selection of superior materials considering several traits simultaneously allows the release of more adapted, productive and nutritive cultivars. In order to select forage peanut genotypes for use as forage in animal feed and as ornamental, 67 genotypes were evaluated. Twelve agronomic and bromatological traits were measured in three trials separated in time in a randomized complete block design. The mixed models method was used to estimate the genetic parameters and to predict the genotypic values, which were used in the application of the selection indexes. The selection criteria considered traits of forage peanut for forage use and ornamental use, considering in both situations the vegetative and seeds propagation. In this context, seed productivity was also evaluated. There was genetic variability with high heritability for seed production. Plant vigor, soil cover and dry matter production correlated negatively with seed production. Among the 67 genotypes evaluated, there is possibility of selecting of 14 and 16 genotypes propagated by seeds for forage use and for ornamental use, respectively. Considering vegetative propagation, there are 16 and 14 promising genotypes, respectively, for forage and ornamental use. Genotypes vegetatively propagated, in general, present higher performance for agronomic traits related to forage production.

**Key words:** *Arachis pintoi* e *A. repens*. Use. Selection index. Variability.

## 4.1 INTRODUÇÃO

Devido às pressões econômicas e ambientais, a produção pecuária tem passado por um aumento de produtividade, fruto das melhorias nas práticas de manejo e nutrição, além do melhoramento genético animal e das espécies forrageiras que compõem o sistema de produção (VALLE et al., 2009). Na região amazônica, além destas tecnologias, a consorciação das pastagens com leguminosas, principalmente amendoim forrageiro, tem trazido benefícios importantes para a produção pecuária (ASSIS et al., 2013). O amendoim forrageiro, *Arachis pintoii* Krapov. & W. C. Greg. e *Arachis repens* Handro, possui a capacidade de fixar biologicamente o nitrogênio, o que reduz a necessidade de seu aporte químico às pastagens, além de melhorar a qualidade da dieta animal, com oferta de forragem de alto valor nutritivo (FERREIRA et al., 2012; ASSIS; VALENTIM, 2013).

Neste contexto, o programa de melhoramento do amendoim forrageiro busca o desenvolvimento de cultivares altamente produtivas, adaptadas e resistentes a estresses bióticos e abióticos (ASSIS; VALENTIM, 2013). Para tal, são necessários estudos de caracterização e desempenho de genótipos, além da estimação dos parâmetros genéticos e do conhecimento das relações entre as características que compõem os critérios de seleção, de forma a desenvolver cultivares superiores para vários caracteres simultaneamente (SIMEÃO et al., 2017).

A seleção multicaracterística permite a escolha dos genótipos de interesse por meio da aplicação de índices que utilizam todas as informações disponíveis para a escolha dos genótipos (RESENDE, 2002; SIMEÃO et al. 2017). Para o amendoim forrageiro, a seleção multicaracterística mostrou resultados promissores para fins de produção de forragem (ASSIS et al., 2008; FERNANDES et al., 2017; SIMEÃO et al., 2017), porém até então desconsiderando a produção de sementes. O uso para fins ornamentais, que tem tido interesse crescente (ASSIS; VALENTIM, 2013), também mostra poucos estudos relacionados (VEIGA et al., 2003) e requer, além do bom aspecto visual e cobertura do solo buscados para a produção de forragem, maior número de flores, característica altamente valorizada no paisagismo.

Para ambos os usos, a produção e disponibilidade contínua de sementes pode reduzir os custos de implantação, especialmente em grandes áreas, que hoje é realizada vegetativamente por meio de estolões, uma vez que o alto custo e a baixa oferta das sementes importadas restringe sua adoção (ASSIS et al., 2013). Por outro

lado, plantas com alta produção de semente tendem a produzir menos biomassa aérea, comportamento pouco desejável, porém, há exceções devido à variação entre genótipos (VALENTIM; ANDRADE, 2003; BALZON et al., 2005; CARVALHO; QUENSENBERRY, 2012).

O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de amendoim forrageiro por meio de índices com base nos valores genotípicos para uso como forragem e fins ornamentais, visando para ambos os usos a propagação vegetativa e por sementes.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 67 genótipos de amendoim forrageiro (ANEXO A) presentes no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Acre, em Rio Branco, AC, sob as coordenadas 10°01'34"S, 67°42'13"W (Datum WGS 84) e 160 m de altitude. O clima da região é do tipo equatorial quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, com médias de temperatura máxima de 31°C e a mínima de 21°C; umidade relativa do ar em torno de 80%; e altos índices de precipitação pluviométrica, cerca de 1900 mm por ano (ACRE, 2010). O período chuvoso estende-se de outubro a abril e o déficit hídrico de junho a setembro (ANEXO B) (INMET, 2017).

Os genótipos foram avaliados em três ensaios temporalmente distintos, com início em dezembro de 2005 e término em abril de 2013. Os procedimentos experimentais em cada ensaio foram descritos no Capítulo I.

Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: incidências de praga e doença, vigor da planta, florescimento, cobertura do solo (CS), altura média e produção de matéria seca total (PMST) em cada corte, descritas no Capítulo I. Neste estudo, além das características citadas, houve a quantificação da produção total de sementes, que ocorreu ao final de cada ensaio (novembro de 2008, agosto de 2011 e agosto de 2013, respectivamente), por meio da colheita manual nos primeiros 10 cm de solo, secagem em estufa, pesagem e estimativa em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram analisados pela metodologia de modelos mistos, empregando o método da máxima verossimilhança restrita (*Restricted Maximum Likelihood* - REML) (PATTERSON; THOMPSON, 1971) para estimar os componentes de variância e a melhor predição linear não viesada (*Best Linear Unbiased Prediction* - BLUP) (HENDERSON, 1975) para prever os valores genotípicos. Os

modelos utilizados foram baseados naqueles propostos por Resende (2002) para análise de plantas perenes não aparentadas e uma planta por parcela.

Para cada ensaio houve a análise de todos os cortes e avaliações de forma conjunta, conforme resultados do Capítulo I, considerando o modelo de repetibilidade:

$$y = Xu + Zg + Wp + Tm + e$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $u$  é o vetor dos efeitos das combinações avaliação-repetição (considerados fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (considerados aleatórios),  $p$  é vetor dos efeitos de ambiente permanente (parcelas, considerado aleatório),  $m$  é o vetor dos efeitos da interação genótipo x avaliações e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para os casos com apenas uma avaliação (produção de sementes e características bromatológicas do Ensaio I), o seguinte modelo foi utilizado:

$$y = Xr + Zg + e$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (considerados fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (considerados aleatórios), e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os componentes de variância obtidos pelo método REML para cada análise foram utilizados para estimação dos parâmetros genéticos, segundo Vencovsky (1987), Holland et al. (2003) e Resende (2002). Os resultados da análise conjunta de todas as avaliações ao longo do ano, descritos no Capítulo I, serviram de base para o ranqueamento dos valores genotípicos em cada ensaio, por meio do método BLUP, nos quais houve a estimação da correlação de Pearson, testada a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, e aplicação dos índices para a seleção.

Os objetivos de seleção foram: 1) para fins ornamentais: aumentar o florescimento, o vigor da planta e a cobertura do solo; e 2) para uso como forragem na alimentação animal: aumentar a produção de matéria seca total, o vigor da planta e a cobertura do solo. Tanto para fins ornamentais quanto para produção de forragem, buscaram-se genótipos com alta e com baixa produção de sementes, com o intuito de atender demandas que consideram o plantio por sementes e por mudas (vegetativo), respectivamente. A Tabela 10 resume os critérios de seleção utilizados

para cada situação. As demais características não foram consideradas devido à baixa variabilidade ou pelas correlações significativas de moderadas a altas com os caracteres citados, conforme resultados do Capítulo I.

Tabela 10 – Critérios de seleção utilizados segundo a finalidade de uso para os genótipos de amendoim forrageiro nos três ensaios. Rio Branco, AC

Finalidade	Ornamental		Uso como forragem		
	Propagação	Semente	Vegetativa	Semente	Vegetativa
Critérios		Flor	Flor	PMST	PMST
		Vigor	Vigor	Vigor	Vigor
		CS	CS	CS	CS
		PS	-	PS	-

Flor: florescimento em escala de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; CS: % de cobertura do solo; PS: produção de sementes, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total em cada corte, kg ha<sup>-1</sup>.

Para seleção, foram utilizados o índice com base na soma de postos (MULAMBA; MOCK, 1978) e o livre de pesos (ELSTON, 1963). Ambos os índices foram modificados, uma vez que os valores genotípicos foram utilizados em detrimento das médias fenotípicas. No índice com base na soma de postos, a soma foi substituída pela média de postos, conforme utilizado por Resende et al. (2014), e a produção de sementes teve o dobro do peso das demais características. Para o uso como forragem, considerando a propagação vegetativa, PMST também teve seu peso dobrado. No índice de postos foram considerados apenas os genótipos que não apresentaram valores abaixo da média para os principais critérios (produção de sementes, florescimento e PMST), segundo ordem de ranqueamento, o que resultou em proporções diferentes de genótipos selecionados em cada ensaio e objetivo. No índice livre, a média geral de cada característica em seus respectivos ensaios foi utilizada como valor mínimo, exceto para produção de sementes no Ensaio I. Neste ensaio, devido ao baixo valor da média geral, a produção de sementes da cv. BRS Mandobi foi utilizada como valor mínimo.

Os ganhos foram calculados com base na média dos valores genotípicos, segundo Resende (2002). As análises foram realizadas no programa SAS® por meio dos comandos PROC MIXED para modelos mistos e PROC CORR para correlações (SAS, 2010), com auxílio de planilha eletrônica de cálculo para os índices.

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.3.1 Estimativas de parâmetros genéticos para produção de sementes

Houve variabilidade genotípica para produção de sementes nos três ensaios de amendoim forrageiro (Tabela 11). As herdabilidades individuais ( $h^2_g$ ) foram altas (> 50%), sugerindo maior controle genético da característica (RESENDE, 2002), bem como as herdabilidades médias ( $h^2_m$ ), com magnitudes acima de 80%. Os coeficientes de variação ambiental foram muito altos ( $CV_e$ ), o que reflete a alta influência do meio no desenvolvimento subsuperficial das sementes (SIMPSON et al., 1994). Por outro lado, os coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) também foram elevados, resultando em relações  $CV_g/CV_e$  acima da unidade nos três ensaios. Isso, associado às acurácias de seleção acima de 90%, indica alta possibilidade de ganhos com a seleção desta característica (VENCOSKY, 1987).

Tabela 11 – Estimativas de parâmetros genéticos para produção de sementes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e suas correlações genotípicas com as características agrônômicas e bromatológicas obtidas em três ensaios de avaliação de amendoim forrageiro. Rio Branco, AC

Parâmetros	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio III
$h^2_g$	0,54±0,23**	0,77±0,27**	0,54±0,23**
$h^2_m$	0,83	0,93	0,82
Ac	0,91	0,96	0,91
$CV_g$	133,14	105,27	117,12
$CV_e$	121,83	57,31	108,24
Média	47,88	676,36	258,46
Características	Correlações genotípicas		
Praga	0,29	0,72**	0,45**
Doença	0,11	0,41	0,39*
Vigor	-0,42	-0,54*	-0,57**
Flor	0,20	0,56*	0,18
CS	-0,44*	-0,32	-0,41*
Altura	-0,02	0,50*	0,46**
PB	-0,47*	-0,16	-0,29
FDA	0,14	0,03	-0,11
FDN	0,02	-0,24	-0,38*
PMST	-0,47*	-0,32	0,02

\* e \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, pela análise de deviance com base no teste LRT (herdabilidades) e pelo teste t (correlações).  $h^2_g$ : herdabilidade individual no sentido amplo;  $h^2_m$ : herdabilidade média de parcela; Ac: acurácia de seleção;  $CV_g$ : coeficiente de variação genotípico;  $CV_e$ : coeficiente de variação residual. Flor: florescimento; CS: % cobertura do solo; PB: teor de proteína bruta; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro; PMST: produção de matéria seca total por corte.

As médias genotípicas de produção de sementes variaram entre ensaios, com a maior produção no Ensaio II, acima de  $670 \text{ kg ha}^{-1}$ . Ferguson et al. (1992) obtiveram média fenotípica de até  $7275 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes na Colômbia e Carvalho et al. (2009), em área de cerrado, observaram até  $3700 \text{ kg ha}^{-1}$  em solo mais úmido. Por outro lado, estes autores observaram redução de 87% na produção do mesmo genótipo em solo pouco fértil, com queda da média geral de  $1140 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes em Gleissolo Húmico para  $396 \text{ kg ha}^{-1}$  em Latossolo Vermelho, concluindo que o desempenho produtivo também é dependente das condições do ambiente. Da mesma forma, Ferguson (1994) e Valentim et al. (2009) ressaltam que, além do fator genético, as condições do meio influenciam de forma significativa a produção de sementes entre genótipos.

De acordo com o observado no Capítulo I, os caracteres bromatológicos e ocorrência de pragas e doenças, de forma geral, mostraram menor variabilidade em relação às demais características agronômicas, com possibilidades reduzidas de ganhos com a seleção. Apesar dos coeficientes de variação muito baixos, menores que 10%, os caracteres bromatológicos podem mostrar certa variabilidade, principalmente entre estações (MENEZES et al., 2012; FERNANDES et al., 2017), o que pode ser aproveitado, no entanto, nas fases mais avançadas do melhoramento da espécie (RESENDE et al., 2008). Grande variabilidade, contudo, foi observada para as demais características, vista também em outros trabalhos com a espécie (ASSIS et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; FERREIRA et al., 2012; SIMEÃO et al., 2017), o que indica ampla base genética e corrobora a variação dos acessos avaliados.

Considerando os caracteres agronômicos analisados no Capítulo I, suas correlações genotípicas com a produção de sementes (Tabela 11) foram de baixa ( $<0,33$ ) a moderada ( $0,33$  a  $0,66$ ) magnitudes, de acordo com o critério de classificação das correlações proposto por Resende (2015), exceto ocorrência de praga no Ensaio II com alta magnitude. Estas magnitudes possivelmente indicam que poucos genes relacionados à produção de sementes têm atuação direta sobre os demais caracteres (RESENDE et al., 2008). Além disso, houve grande variação em magnitude e significância entre ensaios, o que reforça o caráter variável desta característica associada às condições específicas do meio encontradas em cada ambiente de avaliação. Neste sentido, o uso das correlações genotípicas é extremamente importante no melhoramento genético em detrimento às correlações

fenotípicas, amplamente variáveis, relacionando apenas os componentes de natureza herdável de cada característica (CEDILHO et al., 2008).

Os caracteres vigor e CS, apesar de nem sempre significativos, mostraram correlação negativa de moderada magnitude com a produção de sementes, o que é desvantajoso no processo de melhoramento para uso como forragem com propagação por sementes. Corroborando esse resultado, tem-se as correlações de baixa a moderada magnitudes de PMST com a produção de sementes que, apesar de significativa apenas no Ensaio I, também foram negativas. Isto reforça a importância do conhecimento das relações entre os caracteres de interesse, uma vez que a alteração em um via seleção promove alteração nos demais, por meio das respostas correlacionadas, o que é importante na determinação das características a serem utilizadas na seleção simultânea (RESENDE, 2002).

A ocorrência de praga foi positiva e significativamente relacionada à produção de sementes nos Ensaios II e III, com alta magnitude no Ensaio II. Houve correlação de média magnitude entre produção de sementes e ocorrência de doenças também para esses ensaios, porém significativa apenas no Ensaio III. Esses resultados refletem a correlação negativa da produção de sementes com a PMST, uma vez que esta característica foi negativamente relacionada à ocorrência de doenças (Capítulo I). Isto contribui para a correlação negativa da produção de sementes com o vigor (correlacionado positivamente à PMST), uma vez que plantas menos vigorosas podem ser o resultado da incidência de pragas e doenças, que reduzem a área foliar e, por consequência, seu processo fotossintético (VIANA et al., 2004). Esta tendência pode atuar como complicador em processos de seleção onde o aumento de vigor e produção de matéria seca são visados. Isso ocorre porque, uma vez sob estresse, a planta tende a deslocar suas reservas para a produção de sementes sem conseguir restituir os fotoassimilados para o desenvolvimento vegetativo, o que afeta negativamente a produção de biomassa (MARTINIELLO, 1998).

Os caracteres bromatológicos apresentaram correlações significativas, negativas e de média magnitude apenas para PB no Ensaio I e FDN no Ensaio III, o que pode estar ligado a fatores sazonais, uma vez que as demais foram não significativamente correlacionadas e de baixa magnitude com a produção de sementes. Por outro lado, a altura da planta correlacionou-se de forma positiva e em moderada magnitude também nos Ensaios II e III com a produção de sementes. Para o amendoim comum, a altura de planta é considerada um atributo genético

altamente influenciado por fatores ambientais (DAPAAH et al., 2014) e pode apresentar mudanças na correlação com a produção de sementes segundo condições do meio, como a umidade do solo (ARRUDA et al., 2015).

Não houve correlação entre produção de sementes e florescimento nos Ensaio I e III, como já observado para a espécie (ARGEL, 1994; CARVALHO et al., 2009). Contudo, a produção de sementes no Ensaio II passou a estar correlacionada ao florescimento de forma positiva e com média magnitude, indicando que outros fatores podem ter influência em tal relação, como a própria composição genética da população em avaliação, amostrada ao acaso do banco de germoplasma. A inclusão da cv. BRS Mandobi propagada por sementes neste ensaio também pode ter contribuído para esse resultado. A propagação sexual, em detrimento da propagação vegetativa, aumenta a produção de sementes (ARGEL, 1994; BALZON et al., 2005). Dessa forma, a inclusão deste genótipo, naturalmente com alta produção de sementes (ASSIS et al., 2013) e propagado sexualmente no Ensaio II (com a maior produção média de sementes em relação aos demais ensaios) pode ter contribuído para o aumento da correlação da produção de sementes com o florescimento. Neste caso, fatores relacionados ao manejo também devem ser considerados nas etapas de seleção.

#### 4.3.2 Valores genotípicos dos caracteres agronômicos

A baixa variabilidade detectada para os caracteres bromatológicos e ocorrências de praga e doença (Capítulo I) refletiu-se na pequena alteração dos valores genotípicos em cada ensaio, principalmente no Ensaio I (Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14). Os caracteres voltados ao uso como forragem (vigor, CS, altura e PMST) tiveram maior variação. Nos três ensaios houve genótipos de desempenho superior às testemunhas comerciais para a maioria das características de interesse, indicando possibilidade de seleção, principalmente para os genótipos de *A. pintoi*.

De forma geral, os genótipos de *A. repens* apresentaram maiores valores de vigor e menores incidências de praga e doença, porém com menor produção de semente e menor PMST. De fato, desempenho inferior em relação à PMST tem sido relatado para *A. repens*, com valores acumulados no ano de até 8800 kg ha<sup>-1</sup> de PMST, em contraste aos 11100 kg ha<sup>-1</sup> de PMST alcançados pelo *A. pintoi* (ASSIS et al., 2008; FERNANDES et al., 2017).

Tabela 12 – Valores genotípicos para os caracteres agronômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro no Ensaio I, realizado entre os anos de 2006 e 2008. Rio Branco, AC

BRA/cultivar	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	Semente
014931	2,70	2,94	5,37	2,88	53,63	6,30	182,35	333,82	424,62	1535,91	228,74
014991	2,74	2,91	5,58	2,93	53,47	6,52	211,27	343,26	415,28	1841,81	19,51
015083	2,68	3,23	6,62	1,78	89,05	6,17	171,04	339,62	429,93	2546,04	8,60
030333	2,70	3,21	6,42	3,48	81,72	6,11	211,24	341,90	421,92	1954,32	113,16
032352	2,68	3,12	6,80	2,38	91,10	6,44	238,25	324,70	419,49	2315,84	8,58
032379	2,72	2,98	7,14	2,72	94,44	7,00	219,70	323,05	426,36	2709,42	9,61
032409	2,70	2,94	6,65	2,78	90,62	5,74	219,45	347,77	434,54	2469,76	13,95
033260	2,70	2,98	6,20	0,89	83,73	4,71	213,28	339,85	456,90	2141,98	8,29
034142	2,80	3,01	5,15	2,02	57,64	5,87	184,55	349,96	447,56	1717,96	138,24
034436	2,72	3,00	5,54	1,78	62,14	4,42	218,25	330,33	427,66	1565,24	8,29
035033	2,77	3,18	6,50	3,85	88,50	5,84	207,72	333,23	422,19	2220,62	116,36
035041	2,68	3,05	5,76	3,45	62,62	5,38	193,38	337,35	427,08	1497,61	90,13
035068	2,67	3,05	6,58	2,91	92,21	4,58	191,35	318,22	410,96	2689,81	27,37
035114	2,74	3,00	6,37	3,65	79,83	7,51	196,18	338,81	433,23	2140,55	17,53
039187	2,68	2,89	7,74	1,54	97,29	7,05	226,83	329,97	418,51	3231,82	15,23
039799	2,68	2,94	8,12	1,96	97,08	9,47	218,93	341,40	429,36	3410,85	15,86
040894	2,70	3,14	5,15	3,20	43,67	5,47	189,46	345,30	423,48	1412,15	31,11
52*	2,77	3,01	7,81	2,20	96,53	9,55	217,54	338,61	431,37	2961,36	36,67
Alqueire-1	2,84	3,05	7,29	2,59	90,63	13,02	186,17	343,74	426,85	2801,57	62,33
Belmonte	2,68	3,07	7,76	1,09	97,12	5,99	221,28	345,76	429,51	3232,13	10,03
BRS Mandobi	2,70	3,00	6,85	2,11	89,07	6,16	213,03	331,05	419,18	2450,30	25,96
Média	2,72	3,03	6,54	2,49	80,58	6,63	206,25	337,03	427,43	2326,05	47,88

\* Identificação local (sem BRA). Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: cm; PB: teor de proteína bruta, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; Semente: produção de semente, kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 13 – Valores genotípicos para os caracteres agrônômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro no Ensaio II, realizado entre os anos de 2009 e 2011. Rio Branco, AC

BRA/cultivar	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	Semente
012106	1,76	1,70	7,24	0,50	96,53	4,69	218,39	330,95	594,28	2312,74	58,03
012122	2,29	2,22	6,75	2,37	89,92	5,79	212,77	341,33	591,25	1880,42	972,30
014982	2,08	1,58	7,63	1,18	96,99	7,07	222,49	342,00	599,93	3038,18	180,59
029190	1,81	1,67	7,38	1,82	97,06	4,51	228,89	338,09	599,23	2571,79	41,98
029203	1,71	1,77	7,24	0,63	95,09	4,57	211,69	339,50	598,00	2099,10	49,41
029220	1,67	1,91	7,04	2,06	91,96	4,19	199,71	309,62	580,82	1902,37	375,72
030325	2,52	2,56	6,59	2,29	83,91	4,90	214,70	343,15	590,80	1662,06	1105,02
030384	1,64	2,11	7,32	2,93	95,99	4,51	211,03	321,99	586,88	2619,49	178,81
030601	2,52	1,96	6,89	1,80	94,65	6,95	214,78	337,39	592,49	2309,61	1681,71
035076	2,20	2,58	6,71	1,82	89,43	5,19	210,20	348,99	591,57	1950,04	347,55
038857	2,23	2,60	6,52	1,35	88,28	5,60	190,37	330,75	583,01	2255,64	384,31
039772	2,08	2,37	6,59	2,95	86,80	4,09	225,35	326,73	582,22	1516,57	1180,80
039985	1,87	2,00	7,32	1,96	96,87	6,19	211,26	350,08	589,89	2889,83	523,97
040045	2,01	1,79	7,31	0,93	96,83	5,28	208,81	332,65	592,74	2589,80	72,78
Amarillo	2,42	2,47	6,69	2,56	92,19	6,36	212,89	344,56	590,13	1984,36	1464,68
Belmonte	2,06	1,63	7,41	0,81	97,07	5,84	217,18	348,22	597,09	3135,20	59,31
BRS Mandobi	2,42	2,07	6,59	1,88	95,54	6,37	208,47	335,91	585,54	2730,58	1057,59
BRS Mandobi <sup>(s)</sup>	2,36	2,05	6,98	2,29	94,41	6,88	201,69	332,87	592,95	2444,71	2439,90
Média	2,09	2,06	7,01	1,78	93,31	5,50	212,26	336,38	591,05	2327,36	676,36

<sup>(s)</sup>propagação por sementes. Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: cm; PB: teor de proteína bruta, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; Semente: produção de semente, kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 14 – Valores genotípicos para os caracteres agrônômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro no Ensaio III, realizado entre os anos de 2011 e 2013. Rio Branco, AC

(continua)

BRA/cultivar	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	Semente
012114	2,25	1,90	7,79	0,31	95,79	3,65	237,56	295,90	543,35	1366,96	215,52
014788	1,81	1,83	7,76	2,06	90,98	5,22	231,42	301,33	530,53	1687,35	48,38
015121	2,60	2,40	6,85	1,84	93,17	4,77	224,39	305,94	522,10	1607,35	907,28
016357	2,52	2,78	6,85	1,37	92,04	6,12	229,55	304,07	532,91	1698,06	744,05
016683	2,37	2,13	7,01	1,60	93,50	5,15	231,33	301,86	534,63	1470,15	529,04
022683	2,27	2,10	7,69	2,94	93,92	5,44	236,17	305,44	525,70	1729,76	67,26
030082	2,21	2,05	7,56	0,59	96,06	3,07	234,60	307,29	528,66	1292,56	45,48
030635	2,27	1,88	7,54	1,58	95,61	6,40	235,67	299,07	528,09	1792,08	630,76
030872	2,44	2,39	7,09	1,30	93,97	5,41	233,34	301,21	530,34	1776,93	359,46
030899	2,22	2,74	7,19	2,59	89,66	4,70	230,97	306,59	545,21	1323,90	129,17
030929	2,52	1,75	7,50	1,73	96,19	6,00	230,93	306,85	534,86	1973,75	686,97
031275	2,60	2,07	7,37	1,11	94,97	7,40	238,37	293,41	529,54	2015,14	277,02
031461	2,50	2,62	6,85	1,37	94,61	6,01	234,28	307,45	539,98	1711,43	720,95
031526	2,45	2,14	7,21	0,38	94,67	4,94	234,71	302,53	534,15	1914,22	45,48
031909	2,16	1,73	7,94	0,18	95,80	4,99	234,67	303,62	538,75	1598,07	45,48
031984	2,67	1,91	7,32	2,06	95,29	5,89	229,95	304,78	531,96	1975,57	176,30
032280	2,30	2,46	7,34	0,27	95,74	5,73	233,87	297,81	546,47	1838,20	45,48
032280	2,44	2,66	6,82	0,31	93,03	5,16	227,66	298,70	527,85	1451,40	45,48
032361	2,04	2,21	7,38	1,17	94,83	3,31	231,91	304,54	546,71	1209,47	45,48
032387	2,04	1,76	7,80	1,30	96,18	4,95	224,42	293,99	519,69	1874,89	45,48
032409	2,14	1,99	7,68	1,32	92,71	4,92	233,19	298,43	529,91	1436,73	165,69
032433	2,68	2,33	6,93	1,33	93,75	6,05	230,77	305,28	536,00	1742,88	359,41
032492	2,29	2,09	7,51	0,12	94,46	4,72	235,02	300,71	542,74	1515,38	45,48

Tabela 14 – Valores genotípicos para os caracteres agrônômicos e bromatológicos de amendoim forrageiro no Ensaio III, realizado entre os anos de 2011 e 2013. Rio Branco, AC

BRA/cultivar	Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	Semente
034355	2,58	2,11	7,43	0,76	92,52	8,24	231,87	301,73	522,03	2040,28	331,74
034363	2,16	1,90	7,63	0,25	95,68	3,66	236,00	307,49	553,25	1309,49	45,48
035122	2,70	2,05	7,15	2,40	93,54	5,62	235,07	305,08	535,57	1976,49	56,95
036544	2,63	2,66	6,47	0,70	82,30	7,43	230,07	304,38	534,59	1344,67	971,28
037443	2,50	2,31	7,16	0,59	93,73	3,59	241,03	308,97	558,30	1359,84	46,92
039195	2,60	2,03	7,14	2,42	93,33	5,77	235,80	297,59	523,12	1998,73	62,62
040088	2,04	1,92	7,84	0,14	95,72	4,18	235,79	296,88	541,23	1545,76	226,14
040185	2,12	1,98	7,77	0,21	95,09	3,40	233,90	305,89	552,25	1367,50	45,48
040193	2,32	1,79	7,61	1,32	95,86	5,88	231,23	303,24	535,21	2068,13	328,21
040223	2,17	1,84	7,90	1,45	95,79	6,65	232,85	306,84	537,83	2352,24	143,07
Belmonte	2,35	1,76	7,84	0,44	96,62	5,35	236,90	307,74	537,37	2204,89	45,48
BRS Mandobi	2,34	2,46	6,83	1,35	95,38	5,50	234,01	298,77	528,73	1755,39	361,65
Média	2,35	2,14	7,36	1,17	94,07	5,29	233,12	302,61	535,42	1695,02	258,46

Ocorrências de Praga e Doença; escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: cm; PB: teor de proteína bruta, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; Semente: produção de semente, kg ha<sup>-1</sup>.

A cultivar Belmonte esteve acima da média para os caracteres relacionados ao uso como forragem em todos os ensaios, exceto altura no Ensaio I, com valores genotípicos acima de 3100 kg ha<sup>-1</sup> de PMST por corte nos Ensaios I e II. Essa cultivar tem apresentado melhor desempenho desde a fase de estabelecimento, com PMST superior aos demais genótipos, mesmo nos períodos de menor disponibilidade hídrica (ASSIS et al., 2008). Além disso, valores genotípicos de PMST acumulada acima de 8000 kg ha<sup>-1</sup> foram obtidos na região de Cerrado (SIMEÃO et al., 2017), com CS acima de 80% ao longo do ano para a região (FERNANDES et al., 2017). Por outro lado, a cv. Belmonte quase não produz sementes (VALENTIM; ANDRADE, 2003).

A cultivar BRS Mandobi, propagada vegetativamente, apresentou menores valores de vigor, CS e PMST, em relação à Belmonte, porém com maior altura, florescimento e alta produção de sementes, principalmente nos Ensaios II e III. A BRS Mandobi propagada sexualmente produziu 60% a mais de sementes que a BRS Mandobi propagada por estolões no Ensaio II, ultrapassando o valor genotípico de 2400 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, porém com redução de cerca de 10% na PMST, com 2440 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram observados em valores fenotípicos por Balzon et al. (2005), que obtiveram mais de 14000 kg ha<sup>-1</sup> de PMST após dez meses de plantio por meio de sementes. Valores fenotípicos de até 3000 kg ha<sup>-1</sup> de sementes foram relatados para a cultivar entre 18 a 21 meses após o plantio (VALENTIM et al., 2009).

Os híbridos, importantes no melhoramento por explorarem a heterose na geração F1 e por permitirem aumento da variabilidade genética (ASSIS; VALENTIM, 2009), mostraram desempenho inferior para a maioria das características. De fato, os genótipos de *A. repens* e os híbridos são classificados como de produção baixa e intermediária, principalmente para CS (ASSIS et al., 2008). Os híbridos analisados foram obtidos pelo cruzamento de parentais divergentes em relação às características morfológicas, tendo a cor do estandarte da flor como um dos critérios mais importantes para seleção (OLIVEIRA; VALLS, 2002), de forma que as características de produção de forragem não foram consideradas. Para condições específicas, com períodos mais severos de seca e frio, por exemplo, parentais tolerantes voltados à maior produtividade devem ser selecionados em cada ambiente de interesse, o que tende a melhorar o desempenho produtivo dos próximos híbridos (ASSIS; VALENTIM, 2013).

### 4.3.3 Seleção para fins ornamentais

De forma geral, os dois índices de seleção empregados foram concordantes na indicação de genótipos para fins ornamentais (Tabela 15). O índice livre de pesos (ELSTON, 1963) indicou menos genótipos que o índice com base na soma de postos (MULAMBA; MOCK, 1978), devido a sua proposição de seleção mais rigorosa, que anula a escolha do genótipo se apenas um dos valores dos caracteres sob análise estiver abaixo do critério de seleção. Já o índice de postos apenas ordena os valores genotípicos de acordo com sua posição, o que permite a seleção conforme a intensidade preestabelecida ou os ganhos desejados, pois não há eliminação prévia de genótipos. Neste caso, a utilização simultânea dos dois índices traz informações de forma complementar, uma vez que o índice livre, por ser mais restritivo, não permite a inclusão de genótipos que estejam pouco abaixo da média para uma das características de interesse, mas que possuem potencial elevado para as demais.

De forma geral, as médias dos genótipos selecionados trouxeram aumento para incidência de praga, considerando a propagação por sementes, principalmente no Ensaio II (Tabela 16). O mesmo ocorreu para incidência de doença no Ensaio I, o que traz prejuízos para a cultura. No entanto, como os valores dos três ensaios já eram considerados baixos para as incidências de praga e de doença (Capítulo I), as médias dos selecionados para estas características continuaram baixas. Por outro lado, a seleção para propagação vegetativa reduziu as médias para estas características nos Ensaios II e III, exceto pelo índice livre do Ensaio II.

Os caracteres bromatológicos tiveram pouca variação, com alterações geralmente abaixo de 1%, confirmando a baixa variabilidade destes caracteres para a cultura. Houve perdas para PMST considerando a propagação por sementes no Ensaio I, pelo índice livre, e no Ensaio II, pelo índice de postos. A CS manteve-se praticamente sem alterações nos Ensaios II e III, que já apresentaram valores acima de 90% (Tabela 13 e Tabela 14), e ganhos de até 11% no Ensaio I, com maior variação para esta característica (Tabela 12).

Tabela 15 – Genótipos de amendoim forrageiro indicados para fins ornamentais, visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção. Rio Branco, AC

Índice	Ensaio I		Ensaio II		Ensaio III	
	Postos <sup>1</sup>	Livre <sup>2</sup>	Postos	Livre	Postos	Livre
Propagação	BRA/Cultivar		BRA/Cultivar		BRA/Cultivar	
Sementes					030929	
					030635	
			BRS Mandobi <sup>(s)</sup>		040193	030929
		035033	Amarillo		015121	030635
		030333	030601	BRS Mandobi(s)	031461	031461
		035068	035068	BRS Mandobi	BRS Mandobi	040193
		BRS Mandobi	BRS Mandobi	030601	016683	BRS Mandobi
			012122		016357	
					030872	
					032433	
					040223	
					030929	
	Vegetativa					032387
			029190		040193	030929
			039985		030635	031984
		032379	030384	030384	031984	030635
		035068	032379	BRS Mandobi <sup>(s)</sup>	022683	040223
		030333	035068	BRS Mandobi	032361	032387
		032409	032409	029220	014788	040193
		035033	030333	030601	035122	031462
			012122		039195	032361
					032409	
					030872	
					016683	
					030899	

<sup>1</sup>Índice com base na soma de postos (MULAMBA; MOCK, 1978); <sup>2</sup>Índice livre de pesos (ELSTON, 1963). <sup>(s)</sup>propagado por sementes.

A altura apresentou ganhos acima de 10% para propagação por sementes no Ensaio II (Tabela 16), com genótipos mais baixos, e queda de até 14,48% no Ensaio I, com genótipos de até 13 cm de altura e maior variabilidade para a característica. Para uso ornamental, alturas menores são desejáveis por acarretarem menor manutenção da cultura.

Não houve ganhos para a produção de sementes apenas pelo índice de postos para propagação vegetativa no Ensaio III. Da mesma forma, o florescimento, uma das características mais buscadas na espécie para ornamentação (CRUZ et al., 1994; VEIGA et al., 2003), apresentou ganhos acima de 20% em todos os casos, exceto pelo índice livre para propagação por sementes no Ensaio II, com ganho de 11,44%.

#### 4.3.3.1 Propagação por sementes

Os índices reduziram as médias de vigor, devido à correlação inversa entre vigor e produção de sementes (Tabela 11), exceto no Ensaio I. No entanto, todos os valores ficaram acima de 6 (Tabela 16).

Dentre os genótipos voltados para esse tipo de propagação, apenas no Ensaio I houve indicação de híbridos, o intraespecífico de *A. pintoi* BRA 035033, com alta produção de sementes, e o interespecífico de *A. pintoi* e *A. repens* BRA 035068, com alta CS, porém menor produção de sementes, assim desconsiderado para este tipo de propagação. O genótipo BRA 030333, com alto florescimento em regiões mais secas (ANDRADE; KARIA, 1999), também foi indicado, o que aumentou a média de florescimento dos selecionados em até 47% pelo índice livre (Tabela 16).

No Ensaio II houve indicação de genótipos altamente produtivos em relação à semente, como a cv. Amarillo e BRA 030601. Os genótipos BRA 039772 e 012122, com menores vigor e CS, também foram indicados nesse ensaio, ocasionando pequena queda para CS pelo índice de postos, porém mantendo a média acima de 90% de cobertura (Tabela 16).

Tabela 16 – Média dos genótipos selecionados, média da população e ganhos (%) obtidos pela seleção de genótipos de amendoim forrageiro para fins ornamentais, visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção para os três ensaios. Rio Branco, AC

		Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	Semente			
Ensaio I	Propagação	$\bar{x}$ <sup>3</sup>	2,72	3,03	6,54	2,49	80,58	6,63	20,63	33,70	42,74	2326,05	47,88		
	Postos <sup>1</sup>	Semente	$\bar{x}$ s <sup>4</sup>	2,71	3,11	6,59	3,09	87,87	5,67	20,58	33,11	41,86	2328,76	70,71	
		%		-0,29	2,50	0,65	24,15	9,06	-14,48	-0,20	-1,76	-2,07	0,12	47,68	
	Postos <sup>1</sup>	Vegetativa	$\bar{x}$ s	2,71	3,07	6,66	3,15	89,50	5,85	20,99	33,28	42,32	2408,78	56,09	
		%		-0,22	1,28	1,75	26,62	11,07	-11,74	1,77	-1,25	-0,99	3,56	17,14	
	Livre <sup>2</sup>	Semente	$\bar{x}$ s	2,74	3,19	6,46	3,66	85,11	5,98	20,95	33,76	42,21	2087,47	114,76	
			%	0,66	5,32	-1,27	47,38	5,63	-9,90	1,57	0,16	-1,26	-10,26	139,67	
		Vegetativa	$\bar{x}$ s	2,71	3,07	6,66	3,15	89,50	5,85	20,99	33,28	42,32	2408,78	56,09	
			%	-0,22	1,28	1,75	26,62	11,07	-11,74	1,77	-1,25	-0,99	3,56	17,14	
	Ensaio II	Postos	Semente	$\bar{x}$	2,09	2,06	7,01	1,78	93,31	5,50	21,23	33,64	59,10	2327,36	676,36
			%		2,35	2,19	6,75	2,31	92,25	6,07	21,27	33,65	58,91	2144,37	1466,16
		Postos	Vegetativa	$\bar{x}$ s	2,07	2,00	7,03	2,14	94,55	5,68	21,11	33,34	58,99	2418,60	909,00
%				-0,91	-2,88	0,32	19,84	1,33	3,20	-0,56	-0,88	-0,20	3,92	34,40	
Livre		Semente	$\bar{x}$ s	2,43	2,03	6,82	1,99	94,87	6,73	20,83	33,54	59,03	2494,97	1726,40	
			%	16,33	-1,40	-2,73	11,44	1,67	22,46	-1,86	-0,29	-0,12	7,20	155,25	
		Vegetativa	$\bar{x}$ s	2,10	1,98	7,08	2,11	95,76	5,90	21,27	33,61	59,12	2594,33	987,33	
			%	0,53	-3,96	0,98	18,35	2,62	7,34	0,20	-0,10	0,02	11,47	45,98	
Ensaio III		Postos	Semente	$\bar{x}$	2,35	2,14	7,36	1,17	94,07	5,29	23,31	30,26	53,54	1695,02	258,46
			%		2,46	2,25	7,10	1,48	94,41	5,73	23,20	30,18	53,07	1759,62	562,77
		Postos	Vegetativa	$\bar{x}$ s	2,31	2,03	7,45	1,82	94,09	5,42	23,30	30,39	53,42	1776,41	231,65
			%		4,42	5,51	-3,52	26,78	0,36	8,23	-0,49	-0,26	-0,87	3,81	117,74
	Livre	Semente	$\bar{x}$ s	2,39	2,10	7,27	1,47	95,53	5,96	23,41	30,00	53,03	1860,15	545,70	
			%	1,62	-1,72	-1,34	25,98	1,55	12,58	0,41	-0,87	-0,96	9,74	111,14	
		Vegetativa	$\bar{x}$ s	2,32	1,97	7,49	1,50	95,55	5,64	23,35	30,24	53,45	1869,69	347,15	
			%	-1,49	-7,75	1,68	28,26	1,57	6,51	0,16	-0,07	-0,18	10,31	34,32	

<sup>1</sup>Índice com base na soma de postos (MULAMBA; MOCK, 1978); <sup>2</sup>Índice livre de pesos (ELSTON, 1963); <sup>3</sup>Média geral; <sup>4</sup>Média dos genótipos selecionados. Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; Semente: produção de sementes, kg ha<sup>-1</sup>.

No Ensaio III, os dois índices indicaram os genótipos BRA 030929, 030635, 040193 e 031461 (Tabela 15). O índice de postos também indicou os genótipos com bom florescimento BRA 015121 e 030872, características já observadas para esses genótipos na região de Cerrado (ANDRADE; KARIA, 1999). Também foram indicados os genótipos BRA 016683, 016357 e 032433, todos com vigor abaixo da média da população do ensaio, porém ainda acima de 7 (Tabela 16).

A cv. BRS Mandobi foi indicada nos três ensaios pela alta capacidade de produção de sementes (ASSIS et al., 2013), com valores acima da média para esta característica nos Ensaios II e III. Por outro lado, sua produção foi abaixo do esperado no Ensaio I, o que possivelmente foi resultado da colheita, realizada logo após o último corte de avaliação e no período de chuvas. Isso, de forma geral, pode ter afetado a taxa de acúmulo dos frutos e também estimulado o recrutamento de novos indivíduos, reduzindo assim o número de sementes colhidas, uma vez que a média de produção de sementes nesse ensaio também foi baixa (Tabela 12).

#### 4.3.3.2 Propagação vegetativa

Maior número de genótipos foi indicado considerando a propagação vegetativa, o que aumentou a variabilidade para as características de interesse por incluir também a maioria dos relacionados para a propagação por sementes em cada ensaio (Tabela 15). No Ensaio I, os genótipos indicados foram BRA 032409 e o *A. repens* BRA 032379, o que reduziu a média de altura (Tabela 16), além do BRA 035068. No Ensaio II dois genótipos de *A. repens*, BRA 029190 e 029220, e os *A. pintoi* BRA 039985 e 030384 foram indicados. No Ensaio III, mais genótipos, em relação à propagação por sementes, foram indicados, os *A. repens* BRA 032387, 032361 e 014788, com alto florescimento e vigor. Além desses, os genótipos BRA 040223 e 031984, com altas PMST e CS, e BRA 022683, 035122, 039195, com alto florescimento, foram indicados, aumentando em até 55% a média de florescimento (Tabela 16). No entanto, o genótipo BRA 032361, devido às baixas PMST e CS, não foi considerado para seleção.

A cv. BRS Mandobi foi indicada apenas no Ensaio II devido ao bom florescimento e alta CS, além disso, genótipos de *A. repens* foram incluídos nos três ensaios, uma vez que a produção de sementes desta espécie é inferior em relação ao *A. pintoi* (RAMOS et al., 2010). Por outro lado, Veiga et al. (2003) observaram

que a *A. repens* possui melhor desempenho que *A. pintoii* para uso paisagístico, principalmente devido ao bom aspecto visual, maior florescimento e maior capacidade de sobrevivência em condições pouco favoráveis.

Para ambos os tipos de propagação, a cv. Alqueire-1, com florescimento, vigor e CS elevados, e considerada altamente produtiva e adaptada à região Sul do país (RAMOS et al., 2010), não foi indicada para uso em ornamentação por apresentar altura elevada, acima de 13 cm. Além disso, devido a sua origem genética múltipla, segundo Ramos et al. (2010), oriunda da mistura de vários acessos, a variabilidade fenotípica dentro da cultivar tende a formar parcelas visualmente desuniformes, o que não é interessante para uso ornamental.

#### 4.3.4 Seleção para uso como forragem

Para a produção de forragem, os índices também foram concordantes quanto à indicação da maioria dos genótipos para a seleção (Tabela 17). A cultivar Belmonte passou a ser indicada em todos os ensaios visando à propagação vegetativa e a cv. BRS Mandobi para a propagação por sementes. Observou-se maior dificuldade de seleção considerando propagação por sementes nos Ensaios I e II, devido à relação inversa da PMST com a produção de sementes nesses ensaios (Tabela 11), resultando em menor número de genótipos indicados para este tipo de propagação.

Como observado na seleção para fins ornamentais, as médias da ocorrência de praga e de doença dos genótipos indicados apresentaram pequena alteração. Houve aumento para pragas principalmente na seleção voltada à propagação por sementes no Ensaio II, porém com valores considerados baixos, e queda para doença pelo índice livre no Ensaio III (Tabela 18).

De forma geral, os caracteres bromatológicos também tiveram pequena variação, com tendência de incremento de médias na seleção para propagação vegetativa nos Ensaios I e II. As fibras tiveram variações quase sempre abaixo de 1%. O florescimento apresentou menores médias nos Ensaios I e II pela seleção vegetativa e as médias de altura e PMST tiveram ganhos em todas as situações. A seleção para propagação vegetativa ocasionou queda das médias de produção de sementes nos Ensaios I e II, queda também no Ensaio III pelo índice de postos.

Tabela 17 – Genótipos indicados para produção de forragem visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção. Rio Branco, AC

Índice	Ensaio I		Ensaio II		Ensaio III	
	Postos <sup>1</sup>	Livre <sup>2</sup>	Postos	Livre	Postos	Livre
Propagação	BRA/Cultivar		BRA/Cultivar		BRA/Cultivar	
Sementes					030929	
					040193	
					030635	
	52	52			031275	030635
	Alqueire-1	Alqueire-1	BRS Mandobi <sup>(s)</sup>	BRS Mandobi <sup>(s)</sup>	034355	030929
	035033	35068	BRS Mandobi	BRS Mandobi	031461	040193
	035068	BRS Mandobi	030601		BRS Mandobi	031275
	BRS Mandobi				030872	
					032433	
					016357	
Vegetativa					Belmonte	
	039799	039799			040223	
	Belmonte	Belmonte	Belmonte		040193	
	039187	039187	014982	Belmonte	032387	Belmonte
	52	52	030384	014982	030929	040223
	032379	Alqueire-1	029190	039985	031275	032387
	Alqueire-1	032379	BRS Mandobi <sup>(s)</sup>	029190	031984	040193
	035068	BRS Mandobi	BRS Mandobi	040045	030635	030929
	032409	035068	039985	030384	032280	030635
	BRS Mandobi	032409	040045	BRS Mandobi <sup>(s)</sup>	034355	031275
015083	015083		BRS Mandobi	031526		
				039195		

<sup>1</sup>Índice com base na soma de postos (MULAMBA; MOCK, 1978); <sup>2</sup>Índice livre de pesos (ELSTON, 1963). <sup>(s)</sup>propagado por sementes.

#### 4.3.4.1 *Propagação por sementes*

As cultivares Alqueire-1 e BRS Mandobi foram indicadas, a primeira no Ensaio I e a segunda nos três ensaios, por apresentarem alta PMST e alta produção de sementes, principalmente se a BRS Mandobi for propagada por sementes (Tabela 13). Essa indicação trouxe perda de vigor no Ensaio II e no Ensaio III pelo índice de postos, e ganhos expressivos em CS apenas no Ensaio I, chegando a cerca de 16% (Tabela 18). Os genótipos também indicados no Ensaio I foram 52 e BRA 035033 e 035068, ambos híbridos já relacionados para a seleção com fins ornamentais, o que sugere a possibilidade de uso de duplo propósito destes genótipos. Contudo, a indicação do BRA 035068 trouxe queda de cerca de 20% da média de produção de sementes dos selecionados pelo índice livre, o que seria um ponto negativo para o melhoramento da espécie, visto que sua baixa adoção em áreas de maior extensão tende a ser relacionada com a dificuldade e custos do plantio por estolões (ASSIS et al., 2013). Assim, o BRA 035068 foi desconsiderado para este tipo de propagação.

No Ensaio II, o BRA 030601 foi indicado e no Ensaio III, além de alguns já citados para uso ornamental neste ensaio, os genótipos BRA 031275 e 034355 foram indicados, todos com PMST acima de 2000 kg ha<sup>-1</sup>, o que trouxe ganhos de até 15,77% para esta característica (Tabela 18). A indicação de genótipos tanto para uso ornamental quanto forrageiro abre novas perspectivas de mercado para o lançamento de cultivares, uma vez que o duplo propósito das futuras cultivares pode alcançar maiores taxas de adoção, atendendo às demandas específicas de consumo e produção da cultura.

#### 4.3.4.2 *Propagação vegetativa*

A seleção considerando a propagação vegetativa por meio de estolões apresentou elevado número de genótipos, o que indica maiores chances de sucesso na seleção. Também houve indicação de alguns genótipos já citados para propagação por sementes, principalmente no Ensaio III (Tabela 17), aumentando a variabilidade dos grupos. Este tipo de propagação ainda aumentou os ganhos das médias de vigor e PMST, sem acarretar perdas para PB, exceto no Ensaio III (Tabela 18).

Tabela 18 – Média dos genótipos selecionados, média da população e ganhos (%) obtidos pela seleção de genótipos de amendoim forrageiro para uso como forragem, visando propagação por sementes e vegetativa, segundo dois índices de seleção para os três ensaios. Rio Branco, AC

		Praga	Doença	Vigor	Flor	CS	Altura	PB	FDA	FDN	PMST	Semente			
Ensaio I	Propagação	$\bar{x}^3$	2,72	3,03	6,54	2,49	80,58	6,63	20,63	33,70	42,74	2326,05	47,88		
		$\bar{x}s^4$	2,75	3,06	7,01	2,73	91,39	7,83	20,32	33,30	42,21	2624,73	53,74		
	Postos <sup>1</sup>	Semente	%	1,17	0,80	7,07	9,88	13,42	18,02	-1,50	-1,21	-1,24	12,84	12,23	
		Vegetativa	$\bar{x}s$	2,71	3,02	7,26	2,17	93,41	7,47	20,85	33,59	42,57	2850,30	22,56	
	Livres <sup>2</sup>	Semente	%	-0,16	-0,56	10,89	-12,76	15,92	12,66	1,11	-0,33	-0,41	22,54	-52,88	
		Vegetativa	$\bar{x}s$	2,74	3,03	7,13	2,45	92,11	8,33	20,20	33,29	42,21	2725,76	38,08	
	Ensaio II	Postos	$\bar{x}$	2,09	2,06	7,01	1,78	93,31	5,50	21,23	33,64	59,10	2327,36	676,36	
			$\bar{x}s$	2,43	2,03	6,82	1,99	94,87	6,73	20,83	33,54	59,03	2494,97	1726,40	
		Livres	Semente	%	16,33	-1,40	-2,73	11,44	1,67	22,46	-1,86	-0,29	-0,12	7,20	155,25
			Vegetativa	$\bar{x}s$	2,03	1,86	7,24	1,73	96,35	5,83	21,37	33,77	59,30	2752,45	569,37
		Postos	Semente	%	-2,93	-9,55	3,30	-3,32	3,26	6,05	0,69	0,40	0,34	18,26	-15,82
			Vegetativa	$\bar{x}s$	2,39	2,06	6,78	2,08	94,98	6,63	20,51	33,44	58,92	2587,65	1748,75
Ensaio III		Postos	$\bar{x}$	2,35	2,14	7,36	1,17	94,07	5,29	23,31	30,26	53,54	1695,02	258,46	
			$\bar{x}s$	2,48	2,22	7,20	1,32	94,49	6,30	23,32	30,11	53,01	1857,41	480,02	
		Livres	Semente	%	5,33	3,91	-2,24	13,31	0,45	19,05	0,01	-0,49	-1,00	9,58	85,72
			Vegetativa	$\bar{x}s$	2,41	1,96	7,50	1,23	95,23	6,10	23,28	30,32	53,20	2004,01	234,88
		Postos	Semente	%	2,35	-8,26	1,85	5,75	1,23	15,26	-0,14	0,18	-0,63	18,23	-9,12
			Vegetativa	$\bar{x}s$	2,43	1,87	7,50	1,43	95,66	6,42	23,34	30,17	53,03	1962,27	480,74
	Livres	Semente	%	3,23	-12,31	1,91	22,85	1,69	21,30	0,12	-0,31	-0,95	15,77	86,00	
		Vegetativa	$\bar{x}s$	2,33	1,84	7,65	1,27	95,89	6,09	23,43	30,33	53,33	2040,16	308,14	
	Postos	Semente	%	-1,12	-14,02	3,89	9,16	1,93	15,07	0,52	0,23	-0,40	20,36	19,22	
		Vegetativa	$\bar{x}$	2,35	2,14	7,36	1,17	94,07	5,29	23,31	30,26	53,54	1695,02	258,46	

<sup>1</sup>Índice com base na soma de postos (MULAMBA; MOCK, 1978); <sup>2</sup>Índice livre de pesos (ELSTON, 1963); <sup>3</sup>Média geral; <sup>4</sup>Média dos genótipos selecionados. Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual de 0 a 9; Flor: florescimento em escala de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibra em detergente ácido e neutro, kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca, kg ha<sup>-1</sup>; Sementes: produção de sementes, kg ha<sup>-1</sup>.

No Ensaio I, dez genótipos foram indicados, entre eles a cv. Belmonte, e os genótipos BRA 039799 e 039187, todos com alta PMST e também considerados de alto desempenho na região de cerrado (FERNANDES et al.; 2017; SIMEÃO et al., 2017). Essa inclusão trouxe ganhos de mais de 22% para PMST e de 15,92% para CS nas médias dos selecionados (Tabela 18). No Ensaio II, ambos os índices indicaram os genótipos BRA 014892, 039985, 030384, 040045 e o *A. repens* BRA 029190, todos com elevada PMST, além das cultivares Belmonte e BRS Mandobi, aumentando as médias de PMST em 18,26%.

No Ensaio III, os genótipos indicados foram BRA 04223, 04193, 030929, 030635, 031275 e o *A. repens* BRA 032387, além da cv. Belmonte. O índice de postos indicou mais cinco genótipos, BRA 031984, 034355, 031526, 039195 e o *A. repens* BRA 032280, todos com PMST acima de 1800 kg ha<sup>-1</sup>, aumentando a média dos selecionados em até 18,23%. Nesse ensaio os ganhos para CS foram baixos, porém com médias acima de 95% (Tabela 18).

O número de genótipos de *A. repens* indicados também foi maior para a propagação vegetativa, reforçando, de forma geral, a tendência de menor produção de sementes da espécie em relação à *A. pintoi*. Além disso, os genótipos de *A. repens* apresentaram potencial para alta PMST, o que já foi observado para o BRA 032379 em regiões mais secas (SIMEÃO et al., 2017).

Dessa forma, é possível observar que a seleção de genótipos superiores é facilitada pela utilização de índices que permitem o balanço das características oriundas dos critérios de seleção. Assim, os genótipos que comporão o próximo ciclo de seleção terão as condições necessárias para a continuidade do programa: presença de variabilidade genética e desempenho superior, também observado por Simeão et al. (2017), em ecótipos selecionados para a região de Cerrado.

Com estas informações, as próximas etapas do programa de melhoramento da espécie podem englobar a seleção de ecótipos adaptados, por meio de ensaios regionais, como os que vêm ocorrendo na região de cerrado (FERNANDES et al., 2017; SIMEÃO et al., 2017) ou a seleção de parentais para a hibridação e o avanço de gerações, na região amazônica (ASSIS; VALENTIM, 2013). Estes genótipos selecionados devem ser direcionados para as combinações mais promissoras dentro dos objetivos de seleção (ASSIS, 2010), com base no desempenho agrônomico e bromatológico, o que aumentará as chances de seleção de genótipos mais adaptados e produtivos, tanto para produção de forragem, que serão convertidos em produtividade animal, quanto para cobertura do solo e fins ornamentais.

#### 4.4 CONCLUSÕES

A variabilidade existente no banco de germoplasma permite a seleção de genótipos de amendoim forrageiro para a produção de forragem e para fins ornamentais, visando tanto à propagação vegetativa quanto por sementes.

Genótipos propagados vegetativamente, em geral, apresentam maior desempenho para as características agrônômicas relacionadas à produção de forragem, como vigor, cobertura do solo e produção de matéria seca, o que reforça a necessidade de se realizar a seleção considerando as duas formas de propagação separadamente.

Os genótipos indicados para a próxima etapa de avaliações para o uso ornamental são: BRA 012122, 015121, 016357, 016683, 030333, 030601, 030635, 030872, 030929, 031461, 032433, 035033, 039772, 040193, BRS Mandobi e Amarillo, considerando a propagação por sementes, e BRA 014788, 022683, 029220, 030384, 030899, 031984, 032379, 032387, 032409, 035068, 035122, 039195, 039985, 040223, considerando a propagação vegetativa.

Os genótipos indicados para mais avaliações para o uso como forragem são: 52, BRA 016357, 030601, 030635, 030872, 030929, 031275, 031461, 032433, 034355, 035033, 040193, Alqueire-1 e BRS Mandobi, para propagação por sementes, e BRA 014982, 015083, 029190, 030384, 031526, 031984, 032379, 032387, 032409, 039187, 039195, 039799, 039985, 040045, 040223 e Belmonte para a propagação vegetativa.

Há genótipos com potencial de duplo propósito, indicados para continuidade das avaliações no programa de melhoramento tanto para produção de forragem quanto para uso ornamental, considerando os dois tipos de propagação.

## REFERÊNCIAS

- ACRE. Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA. Programa Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Recursos naturais:** geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/Acre, fase II, Documento síntese - escala 1:250.000. Rio Branco, 2010. 180 p.
- ANDRADE, R. P. de; KARIA, C. T. **Produção de acessos de *Arachis pinto* em solos arenosos do Distrito Federal.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 3 p. (Comunicado técnico, 23).
- ARGEL, P. J. Regional experience with forage *Arachis* in Central America and Mexico. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis*.** Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 134-143.
- ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Growth and yield of peanut cultivars and breeding lines under water deficit. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 146-154, abr./jun. 2015.
- ASSIS, G. M. L. de Melhoria de leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 3., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 213-249.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM J. F. Programa de melhoramento genético do amendoim forrageiro: avaliação agrônômica de acessos no Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 8, p. 207-215, jan./jun. 2009.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. BRS Mandobi: a new forage peanut cultivar propagated by seed for the tropics. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 1, n. 1, p. 39-41, Sep. 2013.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F. Forage peanut breeding program in Brazil. In: JANK, L.; CHIARI, L.; VALLE, C. B. do; RESENDE, R. M. S. (Ed.). **Forage breeding and biotechnology.** Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2013. p. 77-105.
- ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; AZEVEDO, J. M. A. de; FERREIRA, A. S. 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**, Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 1905-1911, nov. 2008.
- BALZON, T. A.; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; FERREIRA, A. S. Efeito do material propagativo e de métodos de plantio na produção de biomassa e de sementes do *Arachis pinto* AP 65. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD ROM.

- CARVALHO, M. A.; PIZARRO JUNCAL, E. A.; VALLS, J. F. M. Flowering dynamics and seed production of *Arachis pinto* and *Arachis repens* in the Brazilian Cerrados. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 43, n. [1], p. 139-150, [Jan./Dec.] 2009.
- CARVALHO, M. A.; QUESENBERRY, K. H. Agronomic evaluation of *Arachis pinto* (Krap. And Greg.) germplasm in Florida. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 61, n. 233, p. 19-29, Mar. 2012.
- CEDILLO, D. S. O.; BARROS, W. S.; FERREIRA, F. M.; DIAS, A. S.; ROCHA, R. B.; CRUZ, C. D. Correlation and repeatability in progenies of African oil palm. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 197-201, abr./jun. 2008.
- CRUZ, R. de la; SUÁREZ, S.; FERGUSON, J. E. The contribution of *Arachis pinto* as a ground cover in some farming systems of Tropical America. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 102-108.
- DAPAAH, H. K.; MOHAMMED, I.; AWUAH, R. T. Growth and yield performance of groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) in response to plant density. **International Journal of Plant & Soil Science**, Bengal, v. 3, n. 9, p. 1069-1082, Sep. 2014.
- ELSTON, R. C. A weight-free index for purpose of ranking or selection with respect to several traits at time. **Biometrics**, London, UK, v. 19, n. 1, p. 85-97, Mar. 1963.
- FERGUSON, J. E. Seed biology and seed systems for *Arachis pinto*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 122-133.
- FERGUSON, J. E.; CARDOZO, C. I.; SÁNCHEZ, M. S. Advances and perspectives in seed production of *Arachis pinto*. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 14, n. 2, p. 13-22, Dic. 1992.
- FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K.; CARVALHO, M. A.; MACIEL, G. A.; ASSIS, G. M. L. de; BRAGA, G. J. Forage yield and nutritive value of *Arachis* spp. genotypes in the Brazilian savanna. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 5, n. 1, p. 19-28, Jan. 2017.
- FERREIRA, A. L.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; OLIVEIRA, L. S.; PEREIRA, J. M. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 856-863, abr. 2012.
- HENDERSON, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, Oxford, UK, v. 31, n. 2, p. 423-447, June 1975.
- HOLLAND, J. B.; NYQUIST, W. E.; CERVANTES-MARTINEZ, C. T. Estimating and Interpreting Heritability for Plant Breeding: An Update. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant Breeding Reviews**, v. 22, Oxford, UK: John Wiley & Sons, 2003. p. 9-112.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP**: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em 23 jan. 2017.

MARTINIELLO, P. Influence of agronomic factors on the relationship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a Mediterranean environment. **Agronomie**, Les Ulis, v. 18, n. 8-9, p. 591-601, [Oct./Nov.] 1998.

MENEZES, A. P. M.; ASSIS, G. M. L. de; ATAVELI, M.; SILVA, H. S. F. da; AZEVEDO, J. M. A. de; MENDONÇA, M. S. de. Genetic divergence between genotypes of forage peanut in relation to agronomic and chemical traits. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 7, p. 1608-1617, jul. 2012.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 1, n. 7, p. 40-51, Jan. 1978.

OLIVEIRA, M. A. P.; VALLS, J. F. M. Produção de híbridos de amendoim forrageiro por meio de hibridação artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 885-888, jun. 2002.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, Oxford, UK, v. 58, n. 3, p. 545-554, Dec. 1971.

RAMOS, A. K. B.; BARCELLOS, A. de O.; FERNANDES, F. D. Gênero *Arachis*. In: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 249-293.

RESENDE, M. A. V. de; FREITAS, J. A. de; LANZA, M. A.; RESENDE, M. D. V. de; AZEVEDO, C. F. Divergência genética e índice de seleção via BLUP em acessos de algodoeiro para características tecnológicas da fibra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 334-340, jul./set. 2014.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética quantitativa e de populações**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2015. 452 p

RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2008. 293 p.

SAS. **SAS/STAT User guide** – Version 9.22. Cary, US: SAS Institute Inc., 2010.

SIMEÃO, R. M.; ASSIS, G. M. L.; MONTAGNER, D. B. ; FERREIRA, R. C. U. Forage peanut (*Arachis* spp.) genetic evaluation and selection. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 72, n. 2, p. 322-332, June 2017.

SIMPSON, C. E.; VALLS, J. F. M.; MILES, J. W. Reproductive biology and the potential for genetic recombination in *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 43-52.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Partição de biomassa e banco de sementes de acessos de amendoim forrageiro na Amazônia Ocidental brasileira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: SBZ, 2003. 1 CD ROM.

VALENTIM, J. F.; ASSIS, G. M. L.; SÁ, C. P. Produção de sementes em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) no Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 4, n. 8, p. 189-205, jan./jun. 2009.

VALLE, C. B. do; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 4, p. 460-472, jul./ago. 2009.

VEIGA, R. F. de A.; VALLS, J. F. M.; TOMBOLATO, A. F. C.; BARBOSA, W.; PIRES, E. G. Amendoins silvestres para uso ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 7-15, [jan./jun.] 2003.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, V. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; KOZEN, E. A.; BOTREL, M. de A.; GIANASI, L.; MASCARENHAS, M. H. T.; FREIRE, F. M. Avaliação de cultivares de alfafa nas condições de Cerrado no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 3, p. 289-292, mar. 2004.

## **5 CAPÍTULO III**

### **DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE AMENDOIM FORRAGEIRO COM BASE EM CARACTERES AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a divergência genética do amendoim forrageiro com base em valores genotípicos de características agronômicas e bromatológicas, visando subsidiar a escolha de genitores para o programa de hibridação. Foram avaliados 67 genótipos em três ensaios distintos sob cortes, com média de dois anos cada, em delineamento em blocos completos casualizados, com as cultivares Belmonte e BRS Mandobi como testemunhas comuns. As características avaliadas foram ocorrências de praga e doença, vigor das plantas, florescimento, cobertura do solo, altura de planta, teor de proteína bruta, teores de fibra em detergente ácido e neutro, produção de matéria seca total, de folhas e de sementes. Os valores genotípicos foram obtidos pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) para cada ensaio, considerando os cortes conjuntamente. A divergência genética foi estudada pela análise de componentes principais (ACP) e pela análise de agrupamento hierárquico, com base na distância Euclidiana dos valores genotípicos, e agrupamento pelo método de Ward. Houve variabilidade para a maioria das características, com variação entre ensaios nas variâncias genotípicas, da interação genótipo x avaliação e de ambiente permanente. A ACP mostrou estruturação semelhante das características entre os ensaios, indicando discriminação de genótipos em relação à produção de matéria seca e à produção de sementes. Há possibilidade de seleção de genótipos superiores altamente divergentes para cruzamento com foco na produção de forragem e sementes.

**Palavras-chave:** *Arachis pintoi* e *A. repens*. Variabilidade. Modelos mistos. Análise multivariada.

## GENETIC DIVERGENCE AMONG GENOTYPES OF FORAGE PEANUT BASED ON AGRONOMIC AND BROMATOLOGICAL TRAITS

### ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the genetic divergence of forage peanut based on agronomic and bromatological traits, in order to subsidize the choice of genitors for the hybridization program. Sixty-seven genotypes were evaluated in three distinct trials of clipping, with mean of two years each, in a randomized complete block design with the cultivars Belmonte and BRS Mandobi as common controls. The evaluated traits were pest and disease occurrence, plant vigor, flowering, ground cover, plant height, crude protein content, acid and neutral detergent fiber content and total, leaves dry matter and seed production. The genotypic values were obtained by mixed model methodology (REML/BLUP) for each trial, considering all clippings. Genetic divergence was studied by principal component analysis (PCA) and hierarchical clustering analysis, based on Euclidean distance of the genotypic values and grouped by Ward method. There was variability for most traits, with variation between trials in the genotypic, genotype x evaluation interaction and permanent environment variances. The ACP showed similar structure of traits among the trials, indicating discrimination of genotypes in relation to dry matter and seed production. It is possible to selection superior genotypes highly divergent for crossing focusing forage and seed production.

**Key words:** *Arachis pintoi* e *A. repens*. Variability. Mixed models. Multivariate analysis.

## 5.1 INTRODUÇÃO

O amendoim forrageiro é uma leguminosa perene de frutos geocárpicos e produção de biomassa aérea de alta qualidade dentre as espécies forrageiras (CARVALHO et al., 2009; ASSIS et al., 2013). Tais características são importantes por proporcionarem maior persistência, principalmente em pastagens consorciadas, pelo constante recrutamento de indivíduos, e melhoria da oferta de forragem para alimentação animal (VALENTIM et al., 2003; VALENTIM; ANDRADE, 2003). Além disso, devido à fixação biológica de nitrogênio, melhora a qualidade do solo, sendo ainda uma opção eficiente na recuperação de pastagens degradadas (ASSIS et al., 2013; ASSIS; VALENTIM, 2013).

As espécies *Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Greg. e *Arachis repens* Handro, conhecidas como amendoim forrageiro, são altamente adaptadas e nutritivas e mostram grande potencial para o desenvolvimento de cultivares propagadas sexualmente (VALENTIM; ANDRADE, 2003; ASSIS et al., 2008; SIMEÃO et al., 2017). Para tal, a caracterização de genótipos é necessária, direcionando a seleção para materiais com alta produção de sementes e matéria seca ao longo do ano, rápida cobertura do solo, com maiores quantidades de estolões e folhas, altos teores de nutrientes, boa digestibilidade e resistência a pragas e doenças.

As cultivares já lançadas no Brasil foram obtidas por seleção massal e avaliação fenotípica de ecótipos naturais e são propagadas principalmente por estolões, o que tem limitado sua adoção em grandes áreas (ASSIS et al., 2013). Atualmente, os ecótipos superiores e divergentes, selecionados por meio de avaliação em rede, constituem materiais para cruzamentos intra e interespecíficos (ASSIS; VALENTIM, 2013). Os híbridos resultantes são então avaliados nas regiões de interesse para seleção de materiais com características específicas e mais adaptados (SIMEÃO et al., 2017). Neste sentido, estudos de diversidade genética são essenciais na conservação, quantificação e direcionamento desta variabilidade para a obtenção de genótipos superiores (RESENDE, 2002; CRUZ et al., 2012).

Este trabalho teve o objetivo de analisar a divergência genética entre genótipos de amendoim forrageiro com base nos valores genotípicos de caracteres agrônômicos e bromatológicos, visando subsidiar a escolha de genitores para o programa de hibridação.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 67 genótipos de amendoim forrageiro presentes no Banco Ativo de Germoplasma localizado na Embrapa Acre (ANEXO A), em Rio Branco, AC, sob as coordenadas 10°01'34"S, 67°42'13"W (Datum WGS 84) e 160 m de altitude. O clima da região é do tipo equatorial quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, com médias de temperatura máxima de 31°C e mínima de 21°C; umidade relativa do ar em torno de 80%; e altos índices de precipitação pluviométrica, cerca de 1900 mm por ano (ACRE, 2010). O período chuvoso estende-se de outubro a abril e o déficit hídrico de junho a setembro (ANEXO B) (INMET, 2017).

Os genótipos foram avaliados em três ensaios temporalmente distintos, com início em dezembro de 2005 e término em abril de 2013. A adubação da área experimental foi realizada com base nas recomendações de adubação e calagem para pastagens no estado (ANDRADE et al., 2014), segundo análise de solo para todos os ensaios (ANEXO C), sendo o Ensaio I em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico e os Ensaios II e III em Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013).

No Ensaio I, foram aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico antes do plantio, no preparo convencional do solo, e fertilização com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo), 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) e 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 (micronutrientes), logo após o plantio. O ensaio foi implantado em dezembro de 2005, com corte de uniformização, em outubro de 2006. Foram avaliados 19 genótipos em oito avaliações, uma no período de seca e sete no período de chuvas, de dezembro de 2006 a novembro de 2008. Foram realizados cortes da biomassa em todas as avaliações exceto no período da seca devido à baixa produção.

No Ensaio II, foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 logo após o plantio. Em fevereiro de 2010 a adubação de cobertura foi realizada com 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 e repetida em fevereiro de 2011. Este ensaio foi implantado em dezembro de 2008, com corte de uniformização em abril de 2009, sendo avaliados 16 genótipos em oito avaliações seguidas de cortes, de julho de 2009 a abril de 2011, sendo seis no período das chuvas e dois no período de seca.

No Ensaio III houve aplicação de 110 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico antes do plantio no preparo convencional do solo e fertilização com 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40

kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O logo após o plantio. Foi realizada adubação de cobertura com 15 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 10 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12 em março de 2012. Este ensaio foi implantado em dezembro de 2010 com corte de uniformização em abril de 2011. Foram avaliados 33 genótipos em 12 avaliações com 11 cortes, de maio de 2011 a julho de 2013, sendo oito (avaliações com corte) no período das chuvas e quatro avaliações com três cortes na seca. Neste ensaio houve ainda duas aplicações de 0,3 mL L<sup>-1</sup> de fungicida sistêmico a base de azoxistrobina e ciproconazol em todas as parcelas em abril e maio de 2012 para controle de rizoctonia.

Os cortes foram realizados após o período de estabelecimento e as análises bromatológicas foram realizadas, em média, com 70 dias de rebrotação.

Os três ensaios foram implantados vegetativamente, com dois estolões por cova e 0,5 m entre covas e entre linhas. Como forma de padronização, cada estolão possuía cerca de 25 cm de comprimento e 5 entrenós, dos quais 3 eram cobertos por solo. No Ensaio II, a cv. BRS Mandobi também foi implantada por semente com 0,5 m entre covas e linhas com duas sementes por cova. Todos os ensaios tiveram como testemunha as cultivares BRS Mandobi e Belmonte (denominada atualmente como cv. Belomonte [MAPA, 2018]) propagadas vegetativamente e foram conduzidos em delineamento em blocos completos casualizados, com 4 repetições para os Ensaios I e III e 5 repetições para o Ensaio II, todos com parcelas de 1 m<sup>2</sup> de área útil.

As avaliações constaram da mensuração de caracteres agrônômicos, produção de sementes e avaliação bromatológica da biomassa colhida. A ocorrência de pragas e doenças, vigor da planta e florescimento foram obtidas visualmente segundo intensidade crescente observada para cada característica, adaptado de Menezes et al. (2012):

- pragas e doenças: 0 (sem ocorrência de danos) até 10 (morte de todas as plantas da parcela), segundo escala de severidade e área de incidência (ANEXO D);
- vigor da planta: 0: sem material vegetal; 1: - - - -; 2: - - -; 3: - -; 4: -; 5: 0; 6: +; 7: ++; 8: +++; 9: ++++; com nota variando de péssimo a excelente;
- florescimento: 0 - sem flores; 1 - 1 a 10% de florescimento; 2 - 11 a 20%; 3 - 21 a 30%; 4 - 31 a 40%; 5 - 41 a 50%; 6 - 51% a 60%; 7 - 61% a 70%; 8 - 71% a 80%; 9 - 81% a 90% e 10 - 91% a 100%.

A cobertura do solo (CS) foi estimada visualmente em % com auxílio de um quadrado subdividido, e a altura do estande, em cm, pela média de três medições na

parcela como realizado por Menezes et al. (2102). A produção de matéria seca total (PMST) e de folhas (PMSF), com a separação da lâmina foliar, foi quantificada após cada avaliação (com corte da biomassa aérea a 2 cm acima do solo) pela secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas e estimadas em kg ha<sup>-1</sup>. As características bromatológicas, avaliadas após a pesagem e retirada de amostra da matéria seca total, foram teores de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), segundo Georing e Van Soest (1970), e teor de proteína bruta (PB), pelo método de Kjeldahl modificado (SILVA; QUEIROZ, 2001), em kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. A produção de sementes foi avaliada ao fim de cada ensaio (novembro de 2008, agosto de 2011 e agosto de 2013, respectivamente), com a colheita manual nos primeiros 10 cm de solo, e estimada em kg ha<sup>-1</sup>.

Para cada ensaio, os dados foram analisados de forma conjunta pelo método da máxima verossimilhança restrita (*Restricted Maximum Likelihood* - REML) (PATTERSON; THOMPSON, 1971) para estimar os componentes de variância e a melhor predição linear não viesada (*Best Linear Unbiased Prediction* - BLUP) (HENDERSON, 1975) para predizer os valores genotípicos. Os modelos utilizados foram baseados naqueles propostos por Resende (2002) para análise de plantas perenes não aparentadas e uma planta por parcela.

Para cada característica dentro de cada ensaio, foi utilizado o modelo de repetibilidade:

$$y = Xu + Zg + Wp + Tm + e$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $u$  é o vetor dos efeitos das combinações avaliação-repetição (considerados fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (considerados aleatórios),  $p$  é vetor dos efeitos de ambiente permanente (parcelas, considerado aleatório),  $m$  é o vetor dos efeitos da interação genótipo x avaliações e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para os casos com apenas uma avaliação (características bromatológicas do Ensaio I e produção de sementes para cada ensaio), o seguinte modelo foi utilizado:

$$y = Xr + Zg + e$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (considerados fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (considerados aleatórios), e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Devido ao efeito da correlação serial, intrínseco aos dados de medidas repetidas, várias estruturas residuais para o modelo de repetibilidade foram testadas e selecionadas pelo teste da razão de verossimilhança (LRT) e pelos critérios de Informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC), observados para cada matriz nos modelos onde a convergência pode ser encontrada (LITTELL et al., 2000). As matrizes de componentes de variância, não estruturada, fator analítica, ambas de primeira ordem foram selecionadas.

Os componentes de variância obtidos pelo método REML e as variabilidades genotípica, de parcela permanente e da interação genótipo x avaliações foram verificadas pela análise de deviance, com base no teste LRT, segundo Resende (2002).

Os valores genotípicos dos caracteres com variabilidade foram padronizados e submetidos a análises multivariadas. A análise de componentes principais (ACP) foi aplicada com o intuito de verificar a influência de cada característica (variável) na discriminação dos genótipos, além de verificar uma possível estruturação dos genótipos em grupos. A ACP busca sumarizar os dados com a menor perda de informação possível, maximizando a variância dos dados originais em poucas combinações lineares, ou componentes principais (MARDIA et al., 1979; KHATTREE; NAIK, 2000). A escolha do número de componentes seguiu critério recomendado por Khattree e Naik (2000), que indica fixar a porcentagem de variância a ser explicada e selecionar o número mínimo de componentes que satisfaça tal valor. A variância acumulada utilizada foi a sugerida por Cruz et al. (2012) de 80%.

Houve diagnóstico de multicolinearidade (alta correlação) por meio da ACP, variável a variável dentro de cada ensaio, segundo Cruz et al. (2014), permanecendo apenas as variáveis com multicolinearidade fraca. A consistência estrutural e a distinção dos genótipos foram feitas pela análise de agrupamento hierárquica com base na distância Euclidiana dos valores genotípicos. Os genótipos foram agrupados pelo método de Ward, que considera a variação entre os valores analisados (WARD, 1963). O critério utilizado para a formação dos grupos foi o visual, considerando a informação prévia da ACP.

Os procedimentos analíticos via modelos mistos (REML/BLUP) foram realizados por meio do PROC MIXED do programa SAS (SAS, 2010) e as análises multivariadas pelo programa GENES (CRUZ, 2013).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variâncias genotípicas, da interação genótipo x avaliações e de parcela permanente variaram entre os ensaios para todas as características (Tabela 19). Isto indica que, além da influência ambiental presente em cada ensaio, os genótipos avaliados possuem ampla base genética, o que também tem sido observado em estudos mostrando alta variabilidade fenotípica, genotípica e molecular de amendoim forrageiro (PALMIERI et al., 2010; CARVALHO; QUESENBERRY, 2012; SIMEÃO et al., 2017).

Houve variabilidade genotípica para todas as características, exceto FDA do Ensaio I e FDN dos Ensaios I e II, caracteres que têm mostrado menor variabilidade em amendoim forrageiro (FERREIRA et al., 2012; MENEZES et al., 2012). De fato, Lascano (1994) aponta o amendoim forrageiro como leguminosa de alta qualidade e pequena variação nutricional. De acordo com Ferreira et al. (2012), essa variação é devida principalmente às diferenças edafoclimáticas locais, que podem favorecer ou não o desenvolvimento, e por consequência, sua maturação, o que proporciona a variação intrínseca na composição química das plantas.

A interação genótipo x avaliação também foi significativa, exceto para ocorrência de praga no Ensaio I e FDA e FDN no Ensaio III, o que sugere a tendência de variação no comportamento dos genótipos entre avaliações. Por outro lado, a magnitude das variâncias das interações para a maior parte das características foi inferior às genotípicas, principalmente para as características voltadas à produção de forragem, como CS, altura e PMST que, mesmo sofrendo influência da estacionalidade, mostraram maior controle genético que as ocorrências de praga e doença e florescimento, estas com maior influência das estações (CARVALHO et al., 2009; DÁVILA et al., 2011; MENEZES et al., 2012).

As variâncias de parcela permanente, que refletem as condições pontuais da parcela ao longo das avaliações (BRAZ et al., 2013), mesmo em menor magnitude, foram não significativas apenas para as características bromatológicas, ocorrências de praga e doença dos Ensaios I e II e praga do Ensaio III. Essa variância de natureza permanente é confundida com os efeitos genéticos no desenvolvimento dos genótipos e, por meio da repetibilidade, expressa o máximo potencial genotípico alcançado em cada local de experimentação (RESENDE, 2002), contribuindo, neste caso, para a variação genotípica na seleção de materiais superiores.

Tabela 19 – Variâncias genotípica ( $\sigma^2_g$ ), da interação genótipo x avaliações ( $\sigma^2_m$ ), de parcela permanente ( $\sigma^2_p$ ), residual ( $\sigma^2_e$ ) e médias dos ensaios de avaliação de acessos de amendoim forrageiro em Rio Branco, AC

Caracteres	$\sigma^2_g$	$\sigma^2_m$	$\sigma^2_p$	$\sigma^2_e$	Média	
Ensaio I	Praga	0,0036**	0,0035	0,0001	0,0792	2,72
	Doença	0,0161**	0,0353**	0,0001	0,2383	3,03
	Vigor	0,8542**	0,2748**	0,2035**	0,7979	6,56
	Flor	0,7573**	0,4944**	0,0207*	1,0543	2,49
	CS	341,3000**	236,3800**	64,9096**	147,1954	80,58
	Altura	4,8674**	2,8336**	3,0912**	4,1055	6,63
	PB <sup>1</sup>	3,6576*	-	-	3,0184	206,25
	FDA <sup>1</sup>	1,4841	-	-	6,3771	337,03
	FDN <sup>1</sup>	2,3323	-	-	11,7290	427,43
	PMST	566237**	457251**	280591**	599601	2326,05
	PMSF	189798**	79500**	74927**	280060	1363,21
	Semente <sup>1</sup>	4064**	-	-	3403	47,88
Ensaio II	Praga	0,1249**	0,2420**	0,0120	0,7477	2,09
	Doença	0,1672**	0,4129**	0,0192	0,6047	2,06
	Vigor	0,1417**	0,1491**	0,0278**	0,3537	7,03
	Flor	0,6760**	0,9469**	0,0493*	0,7417	1,78
	CS	20,9472**	25,1139**	3,0112**	68,2724	93,31
	Altura	1,1009**	0,6386**	0,2678**	0,9193	5,50
	PB	1,0475**	0,4304**	0,2157	1,4015	212,26
	FDA	1,4190**	0,7446**	0,2581	3,4728	336,38
	FDN	0,7958	1,4552*	0,0001	10,2332	591,05
	PMST	248972**	125387**	95603**	155229	2327,36
	PMSF	83224**	35011**	31363**	59330	1373,78
	Semente <sup>1</sup>	506993**	-	-	150244	676,36
Ensaio III	Praga	0,0607**	0,0651**	0,0018	0,4923	2,35
	Doença	0,1456**	0,2731**	0,1329**	0,9797	2,14
	Vigor	0,1696**	0,1246**	0,0302**	0,6288	7,36
	Flor	0,6782**	0,7393**	0,0267**	0,4268	1,17
	CS	8,2556**	5,6870**	2,6547**	69,7336	94,07
	Altura	1,5757**	0,8845**	0,3860**	0,9952	5,29
	PB	0,2224**	0,4250**	0,1003	2,0319	233,12
	FDA	0,3348**	0,2571	0,1876	5,1841	302,61
	FDN	1,1415**	0,1628	0,1070	8,6268	535,42
	PMST	98139**	42867**	33300**	51328	1695,02
	PMSF	23699**	17974**	12641**	38822	844,17
	Semente <sup>1</sup>	91637**	-	-	78263	258,46

<sup>1</sup> apenas uma avaliação. \* e \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, pela análise de deviance com base no teste LRT. (-) sem dados disponíveis. Ocorrências de Praga e Doença: escala visual de 0 a 10; Vigor: escala visual 0 a 9; Flor: escala visual de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: altura da planta, cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, em kg ha<sup>-1</sup>; FDA e FDN: teores de fibras em detergente ácido e neutro, em kg ha<sup>-1</sup>; PMST: produção de matéria seca total por corte, kg ha<sup>-1</sup>; PMSF: produção de matéria seca de folhas por corte, kg ha<sup>-1</sup>; Sementes: produção de sementes, kg ha<sup>-1</sup>.

As médias genotípicas para ocorrências de praga e doença foram baixas, corroborando com os poucos relatos de danos causados por insetos, ácaros e microorganismos para o amendoim forrageiro (ASSIS et al., 2011; MENEZES et al., 2012). No entanto, recentemente, foi publicado o primeiro relato de surto populacional do ácaro *Tetranychus ogmophallos* no Estado do Acre por Santos (2016), o que deve ser acompanhado e considerado em ações futuras do programa de melhoramento. Nestes casos, deve ser considerada a possibilidade de estudos fitopatológicos com inoculação de patógenos e introdução de pragas de maior impacto econômico, uma vez que as avaliações atuais consideram apenas sua ocorrência natural, de forma a possibilitar futuro controle e minimização de perdas.

As médias de vigor foram altas, principalmente no Ensaio III. Estes valores, associados às altas médias de CS, altura e PMST, como já observadas nestas condições de estudo (VALENTIM et al., 2003; ASSIS et al., 2008), indicam o alto potencial forrageiro da cultura. Os caracteres bromatológicos mostraram teores adequados (FERREIRA et al., 2012; PAULINO et al., 2012) e foram equilibrados entre ensaios. Por outro lado, a produção média de sementes foi variável, muito baixa no Ensaio I e alta no Ensaio II (VALENTIM et al., 2009), contrastando com a maior floração do Ensaio I em relação aos demais, o que reflete sua grande variação entre locais (CARVALHO et al., 2009).

Apesar da ampla variação entre ensaios, as características apresentaram estruturação constante na discriminação dos genótipos pela ACP. As mesmas variáveis entre os ensaios tiveram diagnóstico de multicolinearidade severa e foram retiradas da análise, a saber: incidências de pragas e doenças, FDA, FDN, vigor e PMSF. As duas últimas, altamente coincidentes com CS e PMST, respectivamente. As demais características, ocorrências de praga e de doença, FDA e FDN, apresentaram baixa variabilidade.

Os três primeiros componentes principais dos ensaios analisados separadamente apresentaram valores próximos ou acima de 80% da variância acumulada dos dados originais (Tabela 20). De forma geral, as estatísticas relacionadas aos autovalores do Ensaio III foram menores, possivelmente pelo maior número de genótipos analisados.

Tabela 20 – Autovalores, autovetores e variâncias acumuladas dos componentes principais (CP) dos ensaios de amendoim forrageiro. Rio Branco, AC

	CP	Autovalor	%Variância acumulada	Autovetores					
				Flor	CS	Altura	PB	PMST	Semente
Ensaio I	1	2,951	49,178	0,331	-0,511	-0,223	-0,365	-0,534	0,401
	2	1,274	70,410	0,331	0,182	0,728	-0,373	0,248	0,355
	3	0,746	82,846	0,802	0,151	-0,052	0,567	-0,070	-0,076
	4	0,511	91,366	0,238	-0,202	0,187	-0,390	-0,101	-0,840
	5	0,443	98,746	-0,242	-0,524	0,592	0,503	-0,252	-0,015
	6	0,075	100,000	0,150	-0,606	-0,179	0,033	0,758	0,042
Ensaio II	1	2,543	42,389	0,457	-0,558	-0,166	-0,121	-0,558	0,356
	2	1,646	69,825	0,185	0,120	0,708	-0,225	0,242	0,583
	3	1,012	86,689	0,370	0,154	0,019	0,901	0,047	0,156
	4	0,489	94,837	0,729	0,331	-0,330	-0,338	0,330	-0,167
	5	0,240	98,838	0,222	-0,633	0,385	0,081	0,351	-0,522
	6	0,070	100,000	-0,200	-0,373	-0,462	0,044	0,630	0,457
Ensaio III	1	2,244	37,402	-0,360	0,359	-0,567	0,337	-0,302	-0,464
	2	1,533	62,952	0,138	0,539	0,262	0,270	0,692	-0,265
	3	0,825	76,696	0,883	-0,160	-0,252	0,217	-0,139	-0,254
	4	0,776	89,622	-0,127	-0,274	0,220	0,875	-0,070	0,300
	5	0,533	98,508	-0,206	-0,569	0,299	-0,025	0,100	-0,730
	6	0,090	100,000	0,112	0,396	0,640	-0,015	-0,629	-0,163

Flor: florescimento; CS: % cobertura do solo; Altura: altura da planta; PB: teor de proteína bruta; PMST: produção de matéria seca total por corte; Semente: produção de sementes.

Os dois primeiros componentes principais (CP) dos três ensaios discriminaram os genótipos principalmente com base nas características de produção de forragem, as quais tiveram maior peso na ponderação dos componentes (MARDIA et al., 1979; KHATTREE; NAIK, 2000).

Nos Ensaios I e II, os maiores autovetores no primeiro CP foram de CS e PMST e no segundo, da altura. No Ensaio III, a altura foi a característica de maior autovetor no primeiro CP e as características CS e PMST, no segundo componente. Esta estruturação consistente sugere que, mesmo com a inversão na participação dos primeiros e segundos componentes dos ensaios, a relação das características na discriminação dos genótipos se manteve constante.

No entanto, essa estruturação pode ser diferente em outros experimentos e condições, uma vez que as características agrônômicas são de natureza quantitativa e sofrem alta influência do ambiente e do estágio de desenvolvimento da planta. A característica altura é um exemplo, relacionada como uma das mais influentes nos período de seca e chuva por Menezes et al. (2012) e, no entanto, descartada por

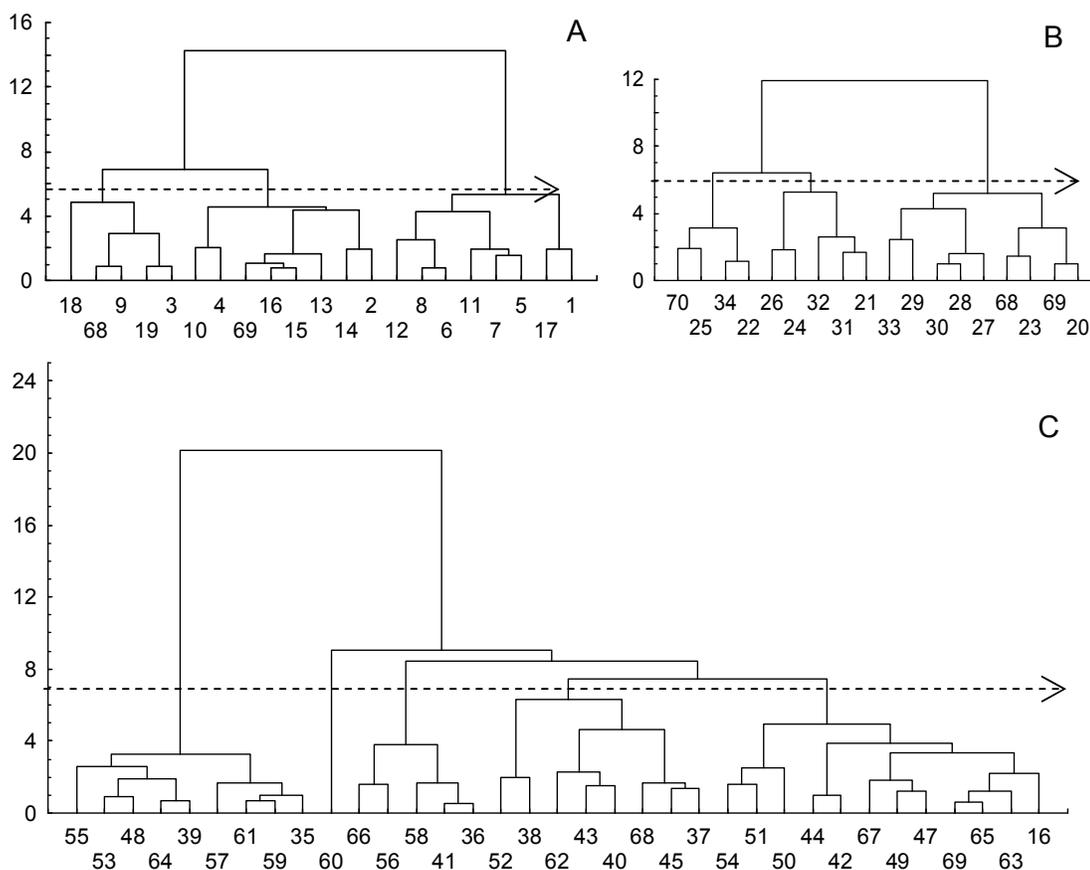
Valentim et al. (2003) como variável e menor interesse no estabelecimento do amendoim forrageiro, uma vez que neste período, as plantas tendem a investir mais na expansão horizontal. Menezes et al. (2012) observaram ainda a associação do florescimento e PB com altura e CS na discriminação de genótipos após o estabelecimento ao longo do ano e Valentim et al. (2003) apontam PB como o principal fator discriminante de genótipos no período de estabelecimento.

As características florescimento nos Ensaios I e III e PB no Ensaio II foram as de maior ponderação no terceiro CP para a discriminação de genótipos. De forma geral, o teor de PB tende a ser mais estável na espécie (LASCANO, 1994; PAULINO et al., 2012), por outro lado, o florescimento é muito variável entre genótipos, dependendo também das condições climáticas e do manejo (CARVALHO et al., 2009; DÁVILA et al., 2011), o que sugere potencial para diferenciação de acessos no campo.

Considerando as características utilizadas na ACP, o agrupamento hierárquico, pelo método de Ward com base na distância Euclidiana, indicou a formação de três grupos de genótipos nos Ensaios I e II e cinco grupos no Ensaio III (Figura 1). Os grupos foram basicamente divididos pela produção de sementes e forragem, o que possivelmente refletiu o padrão fisiológico observado em plantas com alta produção de sementes. Segundo Martiniello (1998), essas plantas tendem a deslocar as reservas de forma a favorecer a propagação sexual, sem restituir completamente os fotoassimilados para o crescimento vegetativo, o que afeta negativamente a produção de matéria seca ao longo de seu desenvolvimento.

No Ensaio I, o primeiro grupo agregou genótipos que aumentaram a média do florescimento e da produção de sementes em relação à média do ensaio, com menores valores de CS, PB e PMST (Tabela 21). Os híbridos intraespecíficos de *A. pintoi* BRA 035033 (6) e 035041 (5), obtidos pelo cruzamento de parentais selecionados com base em caracteres morfológicos de flores (OLIVEIRA; VALLS, 2002) também compõem este grupo. O grupo 3 reuniu os genótipos com maior PMS, CS e altura, com a cv. Belmonte (68) e os genótipos BRA 039799 (3) e 039187 (9), ambos de alto desempenho para produção de forragem, inclusive na região de Cerrado (SIMEÃO et al., 2017). A cv. BRS Mandobi (69) foi segregada da cv. Belmonte e alocada em um grupo com baixa produção de sementes, devido a seu desempenho inferior para esta característica no Ensaio I.

Figura 1 – Agrupamento hierárquico dos genótipos de amendoim forrageiro, pelo método de Ward com base na distância Euclidiana dos valores genotípicos, segundo as variáveis florescimento, cobertura do solo, altura da planta, teor de proteína bruta, produção de matéria seca e produção de sementes, dos Ensaios I (A); II (B) e III (C).



Genótipos BRA: 014931 (1); 033260 (2); 039799 (3); 035068 (4); 035041 (5); 035033 (6); 040894 (7); 030333 (8); 039187 (9); 015083 (10); 014991 (11); 035114 (12); 032352 (13); 034436 (14); 032379 (15); 032409 (16); 034142 (17); 037036 (18); 52\* (19); 039985 (20); 029220 (21); 012122 (22); 014982 (23); 030325 (24); 030601 (25); 039772 (26); 040045 (27); 012106 (28); 029190 (29); 029203 (30); 035076 (31); 038857 (32); 030384 (33); Amarelo (34); 030082 (35); 035122 (36); 032387 (37); 032280 (38); 031909 (39); 040223 (40); 039195 (41); 030635 (42); 031275 (43); 031461 (44); 031526 (45); 031984 (47); 012114 (48); 040193 (49); 015121 (50); 016683 (51); 032280 (52); 040088 (53); 016357 (54); 037443 (55); 014788 (56); 032361 (57); 022683 (58); 040185 (59); 036544 (60); 034363 (61); 034355 (62); 032433 (63); 032492 (64); 030872 (65); 030899 (66); 030929 (67); cv. Belmonte (68); cv. BRS Mandobi (69); cv. BRS Mandobi propagado por semente (70). \*Identificação local (sem BRA).

O baixo desempenho para produção de sementes da cv. BRS Mandobi e da população avaliada como um todo pode ser resultado da época e das condições de colheita, a qual ocorreu no período das águas e logo após o último corte de avaliação do ensaio. Possivelmente, a colheita realizada em novembro pode ter favorecido o recrutamento de novos indivíduos e reduzido o número de sementes a

serem colhidas. O banco de sementes também pode ter sido prejudicado pelo fato do período de estabelecimento do Ensaio I ter sido mais longo que os demais, de forma que a colheita das sementes ocorreu 35 meses após o plantio. O recomendado é que a colheita seja realizada entre 18 a 21 meses após o plantio, período de maior produção de vagens e acúmulo de frutos (PIZARRO et al., 1998; VALENTIM et al., 2009). Dessa forma a BRS Mandobi foi alocada no grupo 2, com médias intermediárias para todas as características, exceto produção de sementes. Este grupo agregou ainda o híbrido interespecífico de *A. repens* e *A. pintoi* BRA 035068 (4) e três genótipos de *A. repens*, de forma geral considerados de menor produção de forragem e CS (ASSIS et al., 2008; SIMEÃO et al., 2017).

No Ensaio II, as maiores médias de PMST e CS foram do grupo 1, composto pelas cultivares BRS Mandobi e Belmonte propagadas vegetativamente, chegando a 2660 kg ha<sup>-1</sup> de PMST e 96% de cobertura do solo. Esse grupo foi divergente ao grupo 3 em relação ao florescimento e produção de sementes, que apresentou média acima de 1600 kg ha<sup>-1</sup>, e foi composto pelas cv. BRS Mandobi propagada por sementes (70) e Amarillo (34), ambas altamente produtivas para essa característica (JONES et al., 1993; ASSIS et al., 2013). O grupo 2, composto pelos híbridos interespecíficos BRA 035076 (31) e 038857 (32) e um genótipo de *A. repens*, apresentou as menores médias de PMST e CS, porém com alta produção de sementes, acima de 670 kg ha<sup>-1</sup>.

Devido à alta produção de sementes da cv. Amarillo (34), do BRA 030601 e da cv. BRS Mandobi propagada por sementes (70) no Ensaio II, as cultivares propagadas vegetativamente foram mantidas em um mesmo grupo. No entanto, as cultivares Belmonte e BRS Mandobi possuem desempenhos produtivos distintos, uma vez que a cv. Belmonte quase não produz sementes (VALENTIM; ANDRADE, 2003). Além disso, essa cultivar tem maior PMST em relação à cv. BRS Mandobi, alcançando 11300 kg ha<sup>-1</sup> na região de Cerrado, enquanto a BRS Mandobi chega a 6800 kg ha<sup>-1</sup> (FERNANDES et al., 2017). Outro fator importante a ser considerado na análise dos genótipos é a forma de propagação, a qual tende a influenciar a produção de sementes, PMST e CS, como ressaltado por Ferguson (1994) e Valentim et al. (2009). Para a cv. BRS Mandobi, a propagação sexual aumenta a produção de sementes, porém tende a reduzir a PMST (BALZON et al., 2005), o que pode ter ocasionado a dissimilaridade dentro da cultivar, propagada tanto por sementes quanto vegetativamente nesse ensaio.

Tabela 21 – Médias genotípicas e desvios padrão dos grupos de genótipos de amendoim forrageiro avaliados em três ensaios, segundo agrupamento hierárquico. Rio Branco, AC

Grupos	Genótipos	Flor <sup>1</sup>	CS	Altura	PB	PMST	Semente
1	1 5 6 7 8 11 12 17	3,18 ±0,58	65,13 ±16,16	6,13 ±0,68	197,02 ±1,17	1790,11 ±301,43	94,35 ±72,06
2	2 4 10 13 14 15 16 69	2,17 ±0,68	86,55 ±10,34	5,65 ±0,97	210,54 ±2,05	2361,04 ±371,54	13,83 ±8,15
3	3 9 18 19 68	1,88 ±0,58	95,73 ±2,86	9,02 ±2,71	214,15 ±1,60	3127,54 ±242,87	28,02 ±21,72
Ensaio II							
1	20 23 27 28 29 30 33 68 69	1,40 ±0,80	96,44 ±0,73	5,45 ±0,96	215,36 ±0,69	2665,19 ±330,90	246,94 ±340,07
2	21 31 32 24 26	2,09 ±0,59	88,08 ±3,00	4,79 ±0,64	208,07 ±1,35	1857,34 ±284,40	678,68 ±424,85
3	22 25 34 70	2,25 ±0,32	92,79 ±2,21	6,50 ±0,54	210,53 ±0,60	2154,77 ±266,05	1639,65 ±610,50
Ensaio III							
1	35 39 48 53 55 57 59 61 64	0,39 ±0,34	95,24 ±0,77	3,84 ±0,65	235,36 ±0,27	1396,11 ±129,16	84,60 ±77,28
2	60	0,70	82,30	7,43	230,07	1344,67	971,28
3	36 41 56 58 66	2,48 ±0,32	92,29 ±1,87	5,35 ±0,42	233,20 ±0,22	1743,24 ±273,33	72,87 ±32,25
4	37 38 40 43 45 52 62 68	0,75 ±0,47	94,94 ±1,48	6,05 ±1,24	232,57 ±0,44	1961,41 ±268,90	122,40 ±118,17
5	16 42 44 47 49 50 51 54 63 65 67 69	1,51 ±0,25	94,34 ±1,35	5,67 ±0,52	232,03 ±0,36	1750,70 ±192,05	497,48 ±239,66

<sup>1</sup>Flor: florescimento em escala visual de 0 a 10; CS: % de cobertura do solo; Altura: altura da planta, cm; PB: teor de proteína bruta da biomassa aérea, kg ha<sup>-1</sup>; PMST produção de matéria seca total, kg ha<sup>-1</sup>; Semente: produção de sementes, kg ha<sup>-1</sup>. Genótipos BRA: 014931 (1); 033260 (2); 039799 (3); 035068 (4); 035041 (5); 035033 (6); 040894 (7); 030333 (8); 039187 (9); 015083 (10); 014991 (11); 035114 (12); 032352 (13); 034436 (14); 032379 (15); 032409 (16); 034142 (17); 037036 (18); 52\* (19); 039985 (20); 029220 (21); 012122 (22); 014982 (23); 030325 (24); 030601 (25); 039772 (26); 040045 (27); 012106 (28); 029190 (29); 029203 (30); 035076 (31); 038857 (32); 030384 (33); Amarillo (34); 030082 (35); 035122 (36); 032387 (37); 032280 (38); 031909 (39); 040223 (40); 039195 (41); 030635 (42); 031275 (43); 031461 (44); 031526 (45); 031984 (47); 012114 (48); 040193 (49); 015121 (50); 016683 (51); 032280 (52); 040088 (53); 016357 (54); 037443 (55); 014788 (56); 032361 (57); 022683 (58); 040185 (59); 036544 (60); 034363 (61); 034355 (62); 032433 (63); 032492 (64); 030872 (65); 030899 (66); 030929 (67); cv. Belmonte (68); cv. BRS Mandobi (69); cv. BRS Mandobi propagado por semente (70). \*Identificação local (sem BRA).

No Ensaio III, o grupo 1, que agregou a maioria dos genótipos de *A. repens* e apenas um genótipo de *A. pintoi*, apresentou alta CS e menores médias para PMST, altura e baixa produção de sementes. A produção de sementes também foi baixa no grupo 3, que apresentou ainda alto florescimento. O grupo 2 foi formado apenas pelo genótipo BRA 036544 (60) de *A. pintoi*, com alta produção de semente e altura. O grupo 4 apresentou a maior média de PMST, agregando a cv. Belmonte, e o grupo 5, com a cv. BRS Mandobi, apresentou média intermediária de PMST e a segunda maior produção de sementes.

Nos três ensaios, a cv. Belmonte tendeu a formar grupos com genótipos de alta PMST e a cv. BRS Mandobi, com genótipos de PMST intermediária associada à alta produção sementes. No entanto, é importante ressaltar que as características de produção do amendoim forrageiro, tanto de forragem quanto de sementes, sofrem influências ambientais por meio do manejo e das condições edafoclimáticas. Cortes sucessivos tendem a modificar a estrutura da cobertura superficial do dossel e a aumentar a quantidade de folhas produzidas devido à indução da rebrota (DÁVILA et al., 2011; FERREIRA et al., 2013; ALONZO et al. 2017) e a produção de sementes também pode ser favorecida pela altura de corte e tipo de solo (CARVALHO et al., 2009; DÁVILA et al., 2011). Além disso, a forma de plantio, como observado no Ensaio II, também exerce influência na produção de forragem e sementes (BALZON et al., 2005; VALENTIM et al., 2009), o que pode agrupar genótipos com desempenho variável.

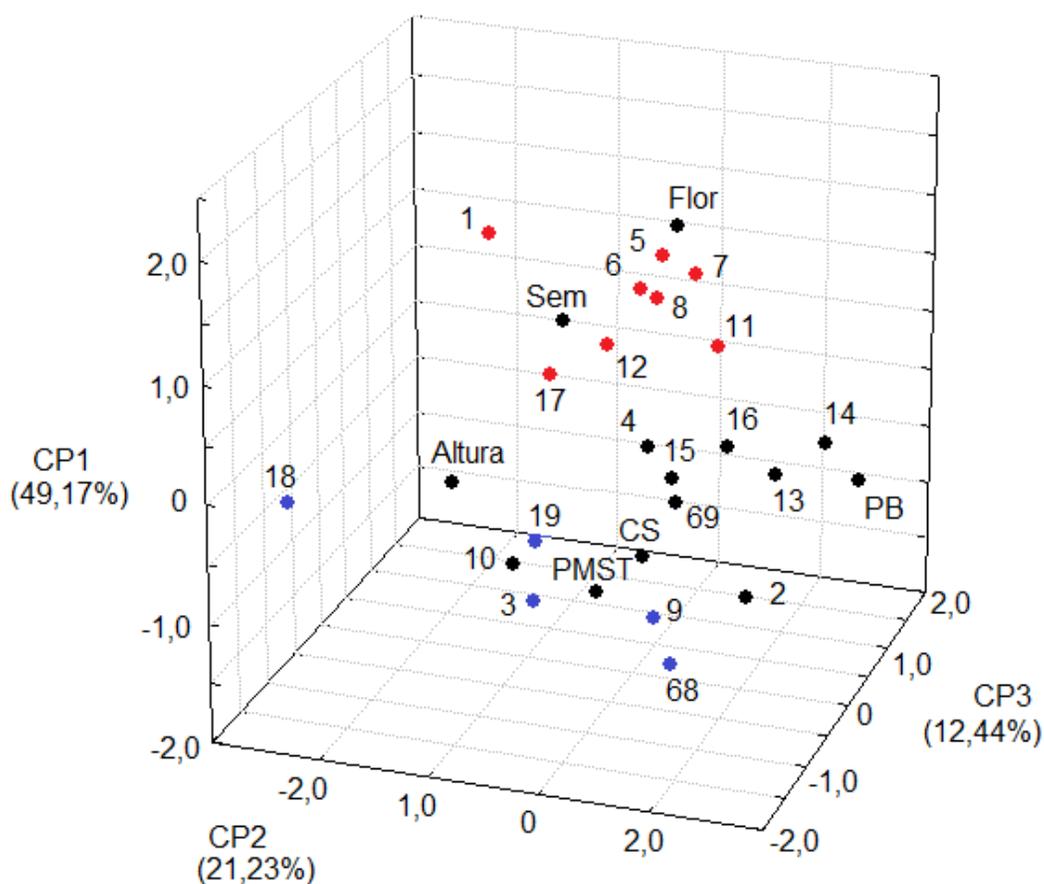
Segundo Cruz et al. (2012), a análise de divergência dos genótipos deve ser realizada com base no potencial dos próprios genótipos e na magnitude de suas dissimilaridades em função das distâncias gráficas apresentadas entre eles. Dessa forma, com as informações do agrupamento hierárquico, a divergência genética entre genótipos específicos pode ser facilitada pela dispersão gráfica da ACP.

Considerando a classificação pelo agrupamento hierárquico dos genótipos, houve alta discriminação no Ensaio I (Figura 2) dos genótipos BRA 014931 (1), 035041 (5), 035033 (6) e 030333 (8), todos com alta produção de flores e sementes em relação aos genótipos BRA 039799 (3), 039187 (9) e a cv. Belmonte (68), com alta produção de forragem. Essa combinação pode gerar híbridos altamente produtivos, tanto para sementes, quanto para forragem, aumentando ainda a variabilidade genética e explorando a heterose na geração F1, como salientado por Assis e Valentim (2009). Entre os genótipos com baixa produção de sementes, o

vigor do híbrido pode ser facilmente explorado por meio da propagação por estolões (ASSIS et al., 2008).

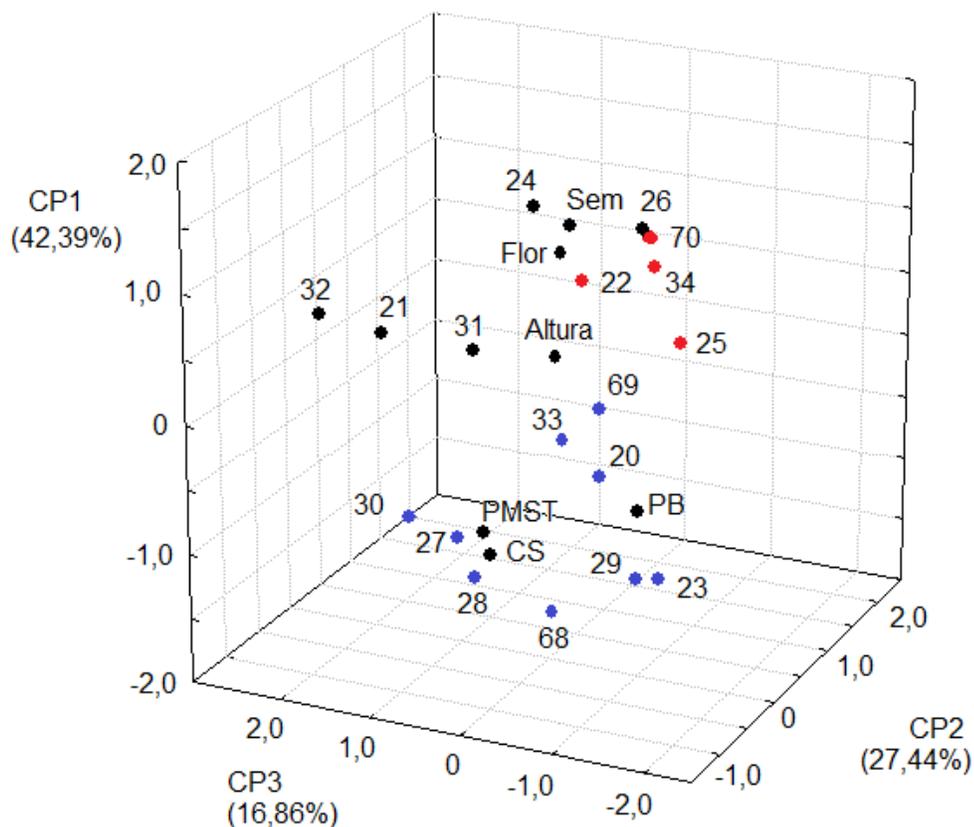
Da mesma forma, no Ensaio II (Figura 3), as cv. BRS Mandobi propagada por sementes (70), Amarillo (34) e o genótipo BRA 030601 (25), bons produtores de forragem e com alta produção de sementes, foram altamente divergentes aos genótipos BRA 014982 (23), 029190 (29), 030384 (33) e a cv. Belmonte (68), todos com altas PMST e CS.

Figura 2 – Dispersão tridimensional dos genótipos de amendoim forrageiro no Ensaio I, realizado entre os anos de 2006 e 2008, segundo seus escores nos três primeiros componentes principais.



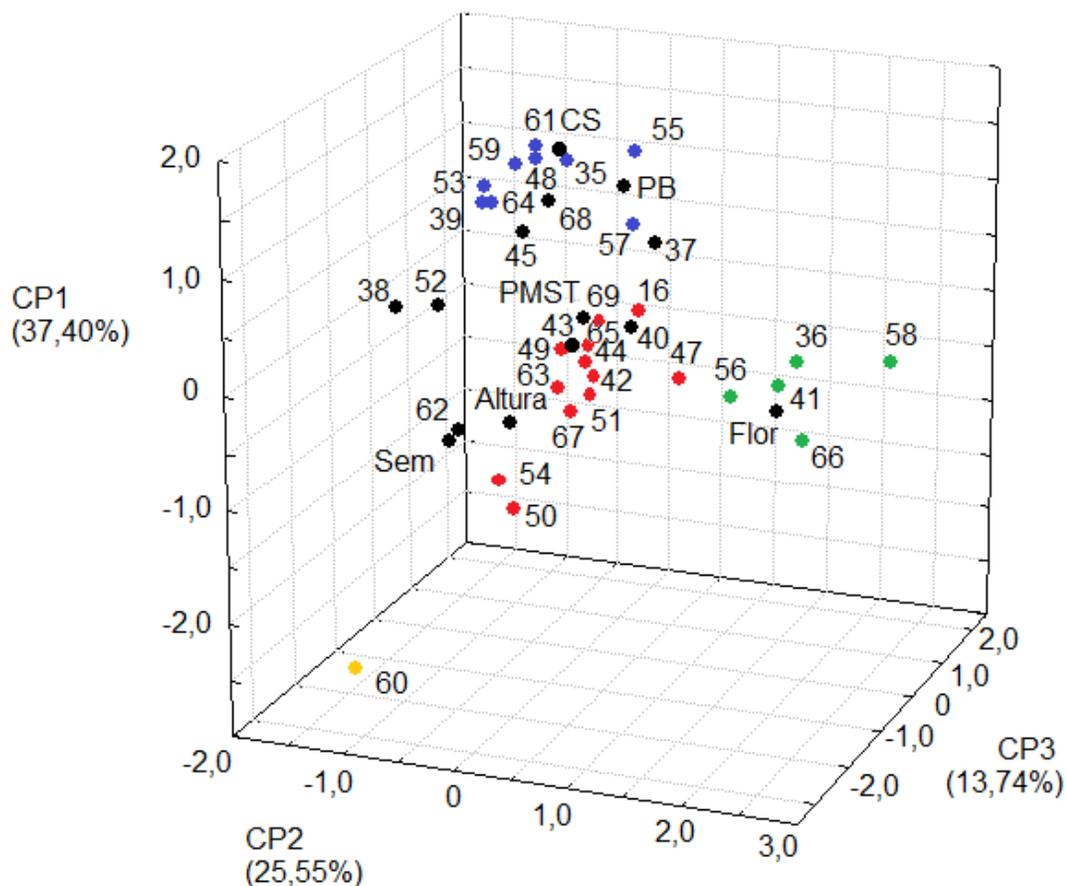
CP: componente principal; Flor: florescimento; PB: teor de proteína bruta; PMST: produção de matéria seca total. Genótipos BRA: 014931 (1); 033260 (2); 039799 (3); 035068 (4); 035041 (5); 035033 (6); 040894 (7); 030333 (8); 039187 (9); 015083 (10); 014991 (11); 035114 (12); 032352 (13); 034436 (14); 032379 (15); 032409 (16); 034142 (17); 037036 (18); 52\* (19); cv. Belmonte (68); cv. BRS Mandobi (69). \*Identificação local (sem BRA). Cor dos genótipos com base nos grupos da análise de agrupamento (Tabela 21).

Figura 3 – Dispersão tridimensional dos genótipos de amendoim forrageiro no Ensaio II, realizado entre os anos de 2009 e 2011, segundo seus escores nos três primeiros componentes principais.



CP: componente principal; Flor: florescimento; PB: teor de proteína bruta; PMST: produção de matéria seca total. Genótipos BRA: 039985 (20); 029220 (21); 012122 (22); 014982 (23); 030325 (24); 030601 (25); 039772 (26); 040045 (27); 012106 (28); 029190 (29); 029203 (30); 035076 (31); 038857 (32); 030384 (33); Amarillo (34); cv. Belmonte (68); cv. BRS Mandobi (69); cv. BRS Mandobi propagado por semente (70). Cor dos genótipos com base nos grupos da análise de agrupamento (Tabela 21).

Figura 4 – Dispersão tridimensional dos genótipos de amendoim forrageiro no Ensaio III, realizado entre os anos de 2011 e 2013, segundo seus escores nos três primeiros componentes principais.



CP: componente principal; Flor: florescimento; PB: teor de proteína bruta; PMST: produção de matéria seca total. Genótipos BRA: 032409 (16); 030082 (35); 035122 (36); 032387 (37); 032280 (38); 031909 (39); 040223 (40); 039195 (41); 030635 (42); 031275 (43); 031461 (44); 031526 (45); 031984 (47); 012114 (48); 040193 (49); 015121 (50); 016683 (51); 032280 (52); 040088 (53); 016357 (54); 037443 (55); 014788 (56); 032361 (57); 022683 (58); 040185 (59); 036544 (60); 034363 (61); 034355 (62); 032433 (63); 032492 (64); 030872 (65); 030899 (66); 030929 (67); cv. Belmonte (68); cv. BRS Mandobi (69). Cor dos genótipos com base nos grupos da análise de agrupamento (Tabela 21).

No Ensaio III (Figura 4), o genótipo BRS 036544 (60) foi altamente contrastante aos demais, apresentando a maior produção de sementes. No entanto, a alta deposição de sementes foi, provavelmente, a estratégia de sobrevivência deste genótipo, uma vez que seu baixo desempenho em campo, com menores PMST, CS e baixo florescimento, levou a sua alta discriminação em relação aos outros genótipos, não sendo, portanto, indicado para cruzamentos.

Por outro lado, os genótipos que compõem o grupo 5, da análise de agrupamento (Tabela 21), BRA 015121 (50), 016357 (54), 016683 (51) e 030929 (67), 030635 (42), 031461 (44), 032433 (63) e a cv. BRS Mandobi, todos com alta produção de sementes, alta CS e produções intermediárias de PMST, foram contrastantes à cv. Belmonte (68) e aos genótipos BRA 040223 (40), 031275 (43), 031526 (45) e 032387 (37), alocados no grupo 4 e com altas PMST e CS e menor produção de sementes. A alta produção de flores associada à PMST intermediária dos genótipos que compõem o grupo 3, BRA 035122 (36), 039195 (41) e 022683 (58), também sugere divergência em relação aos genótipos citados do grupo 5, o que poderia gerar combinações de interesse para obtenção de genótipos altamente produtivos para forragem e propagados por sementes.

De forma geral, os dois métodos mostraram concordância na discriminação dos genótipos, principalmente para aqueles com comportamento mais divergente, a análise pela dispersão gráfica da ACP facilitou a seleção individual, associada aos valores genotípicos preditos. A tendência geral em ambos os métodos foi a segregação dos genótipos com base na produção de forragem e na produção de sementes, como observado pela segregação das cultivares Belmonte e BRS Mandobi. Por outro lado, a associação de boa PMST e alta produção de sementes foi observada nos grupos onde a BRS Mandobi foi alocada. Neste sentido, estudos indicam variabilidade para a relação da produção de forragem e da produção de sementes e destacam a grande influência do ambiente nestas características (VALENTIM; ANDRADE, 2003; CARVALHO; QUESENBERRY, 2012), o que reforça a relação complexa entre a produção de forragem e a produção de sementes e a necessidade de mais estudos relacionados para o amendoim forrageiro.

Assim, considerando a possibilidade de seleção de genitores para cruzamento como fonte de variabilidade, os genótipos citados como os mais divergentes de cada ensaio, segundo as características analisadas, podem ser indicados para a próxima etapa do programa de melhoramento do amendoim

forrageiro, envolvendo a hibridação para obtenção de genótipos de alta produção de forragem com propagação por sementes (ASSIS; VALENTIM, 2013), como prioridade. Contudo, a partir das combinações favoráveis obtidas na geração F1, genótipos superiores, porém com baixa produção de sementes, poderão ser considerados para lançamento futuro de cultivares propagadas vegetativamente.

#### 5.4 CONCLUSÕES

Os genótipos de amendoim forrageiro que compõem o Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa são divergentes para a maioria das variáveis analisadas.

Os genótipos foram discriminados, principalmente, pelas características voltadas à produção de forragem, como produção de matéria seca, cobertura do solo, altura, e pela produção de sementes.

Com base nas características dos grupos estabelecidos, há a possibilidade de seleção de genótipos altamente contrastantes para cruzamento, voltados principalmente para a alta produção de forragem com propagação por sementes.

A seleção de genótipos por meio das análises multivariadas com base nos valores genotípicos permite a identificação e seleção dos genótipos mais divergentes de forma eficiente em amendoim forrageiro.

## REFERÊNCIAS

ACRE. Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA. Programa Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Recursos naturais:** geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/Acre, fase II, Documento síntese - escala 1:250.000. Rio Branco, 2010. 180 p.

ALONZO, L. A. G.; FERREIRA, O. G. L.; VAZ, R. Z.; COSTA, O. A. D.; MOTTA, J. F.; BRONDANI, W. C. Amendoim forrageiro manejado com baixos resíduos de pastejo por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 69, n. 1, p. 173-180, jan./fev. 2017.

ANDRADE, C. M. S. de; WADT, P. G. S.; ZANINETTI, R. A.; VALENTIM, J. F. **Recomendação de calagem e adubação para pastagens no Acre.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2014. 11 p. (Circular técnica, 46).

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F. Forage peanut breeding program in Brazil. In: JANK, L.; CHIARI, L.; VALLE, C. B. do; RESENDE, R. M. S. (Ed.). **Forage breeding and biotechnology.** Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2013. p. 77-105.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM J. F. Programa de melhoramento genético do amendoim forrageiro: avaliação agrônômica de acessos no Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 8, p. 207-215, jan./jun. 2009.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. BRS Mandobi: a new forage peanut cultivar propagated by seed for the tropics. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 1, n. 1, p. 39-41, Sep. 2013.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. (Ed.). **Produção de sementes de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi no Acre.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre. 2011. (Sistemas de produção, 4). Disponível em <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao16\\_1g\\_a1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=3830&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicId=3820](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1g_a1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3830&p_r_p_-996514994_topicId=3820)>. Acesso em 19 jan. 2016.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; AZEVEDO, J. M. A. de; FERREIRA, A. S. 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**, Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 1905-1911, nov. 2008.

BALZON, T. A.; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; FERREIRA, A. S. Efeito do material propagativo e de métodos de plantio na produção de biomassa e de sementes do *Arachis pintoi* AP 65. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD ROM.

BRAZ, T. G. dos S.; FONSECA, D. M. da; JANK, L.; RSENDE, M. D. V. de, MARSTUSCELLO, J. A.; SIMEÃO, R. M. Genetic parameters of agronomic characters in *Panicum maximum* hybrids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 4, p. 231-237, abr. 2013.

CARVALHO, M. A.; PIZARRO JUNCAL, E. A.; VALLS, J. F. M. Flowering dynamics and seed production of *Arachis pintoi* and *Arachis repens* in the Brazilian Cerrados. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 43, n. [1], p. 139-150, [Jan./Dec.] 2009.

CARVALHO, M. A.; QUESENBERRY, K. H. Agronomic evaluation of *Arachis pintoi* (Krap. And Greg.) germplasm in Florida. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 61, n. 233, p. 19-29, Mar. 2012.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, jul./set. 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2014. 668 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. 514 p.

DÁVILA, C.; URBANO, D.; CASTRO, F. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida II. Características morfológicas y producción de semilla. **Zootecnia Tropical**, Edo Aragua, v. 29, n. 1, p 7-15, Mar. 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

FERGUSON, J. E. Seed biology and seed systems for *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 122-133.

FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K.; CARVALHO, M. A.; MACIEL, G. A.; ASSIS, G. M. L. de; BRAGA, G. J. Forage yield and nutritive value of *Arachis* spp. genotypes in the Brazilian savanna. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 5, n. 1, p. 19-28, Jan. 2017.

FERREIRA, A. L.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; OLIVEIRA, L. S.; PEREIRA, J. M. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 856-863, abr. 2012.

FERREIRA, A. S.; PEDREIRA, C. G.; MARASSATTO, C. M. Sward structural characteristics of perennial peanut genotypes as affected by harvest frequency. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 1, n. 1, p. 74-75, Set. 2013.

GEORING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis**: apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington: USDA-ARS Agricultural Handbook, 1970. 379 p.

HENDERSON, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, Oxford, UK, v. 31, n. 2, p. 423-447, June 1975.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP**: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em 23 jan. 2017.

JONES, R. M. Persistence of *Arachis pinto* cv. Amarillo on three soil types at Samford, south-eastern Queensland. **Tropical Grasslands**, v. 27, n. 1, p. 11-15, Mar. 1993.

KHATTREE, R.; NAIK, D. **Applied multivariate statistics with SAS Software**. 2.ed. Cary: SAS Institute, 1999. 338 p.

LASCANO, C. E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. (Ed.) **Biology and Agronomy of forages Arachis**. Cali: CIAT, 1994. p. 109-121.

LITTELL, R. C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v. 19, n. 13, p. 1993-1819, July 2000.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. CULTIVARWEB – Gerenciamento de Informação. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em 09 fev. 2018.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521 p.

MARTINIELLO, P. Influence of agronomic factors on the relationship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a Mediterranean environment. **Agronomie**, Les Ulis, v. 18, n. 8-9, p. 591-601, [Oct./Nov.] 1998.

MENEZES, A. P. M.; ASSIS, G. M. L. de; ATAVELI, M.; SILVA, H. S. F. da; AZEVEDO, J. M. A. de; MENDONÇA, M. S. de. Genetic divergence between genotypes of forage peanut in relation to agronomic and chemical traits. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 7, p. 1608-1617, jul. 2012.

OLIVEIRA, M. A. P.; VALLS, J. F. M. Produção de híbridos de amendoim forrageiro por meio de hibridação artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 885-888, jun. 2002.

PALMIERI, D. A.; BECHARA, M. D.; CURTI, R. A.; MONTEIRO, J. P.; VALENTE, S. E. S.; GIMENES, M. A.; LOPES, C. L. Genetic diversity analysis in the section *Caulorrhizae* (genus *Arachis*) using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 109-118, jan. 2010.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, Oxford, v. 58, n. 3, p. 545-554, Dec. 1971.

PAULINO, V. T.; BUENO, M. S.; ABDALLA, A. L. Composição química e compostos fenólicos em *Arachis pintoi* 'Belmonte'. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 61, n. 236, p. 611-614, Dic. 2012.

PIZARRO, E. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A. Variações na disponibilidade de sementes do *Arachis pintoi* BRA-031143 cultivado num Latossolo Vermelho Escuro. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 20, n. 1, p. 34-36, [Ene.] 1998.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

SANTOS, R. S. Infestação de *Tetranychus ogmophallos* Ferreira & Flechtmann (Acari: Tetranychidae) em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & Greg.) nos Estados do Acre e Minas Gerais. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 9, n. 1, p. 69-72, [jan./abr.] 2016.

SAS. **SAS/STAT User guide** – Version 9.22. Cary, US: SAS Institute Inc., 2010.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2001. 235 p.

SIMEÃO, R. M.; ASSIS, G. M. L.; MONTAGNER, D. B. ; FERREIRA, R. C. U. Forage peanut (*Arachis* spp.) genetic evaluation and selection. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 72, n. 2, p. 322-332, June 2017.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Partição de biomassa e banco de sementes de acessos de amendoim forrageiro na Amazônia Ocidental brasileira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: SBZ, 2003. 1 CD ROM.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; MENDONÇA, H. A. de; SALES, M. F. L. Velocidade de Estabelecimento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1569-1577, nov./dez. 2003. (Supl., 1).

VALENTIM, J. F.; ASSIS, G. M. L.; SÁ, C. P. Produção de sementes em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) no Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 4, n. 8, p.189–205, jan./jun. 2009.

WARD, J. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of American Statistical Association**, Alexandria, US, v. 58, n. 301, p. 236-244, Mar. 1963.

## 6 CONCLUSÕES FINAIS

Os genótipos de amendoim forrageiro possuem variabilidade para a maioria dos caracteres agronômicos e bromatológicos analisados, possibilitando ganhos com a seleção em relação às cultivares BRS Mandobi e Belmonte, com alta consistência entre ensaios.

As herdabilidades individuais no sentido amplo estimadas para as características agronômicas e bromatológicas variam de moderadas a baixas, o que indica maior dificuldade no melhoramento e importância da seleção de genótipos pelo valor genotípico.

A seleção baseada em caracteres agronômicos relacionados à produção de forragem pode ser realizada no período seco do ano com alta acurácia.

As características vigor, cobertura do solo e produção de matéria seca das plantas são correlacionadas entre si de forma consistente, tanto entre períodos quanto entre ensaios, facilitando a escolha dos caracteres para compor os índices de seleção.

Há possibilidade de seleção de genótipos de amendoim forrageiro com propagação por sementes para uso como forragem e fins ornamentais.

A propagação vegetativa favorece o vigor, a cobertura do solo e a produção de matéria seca das plantas.

As variáveis voltadas à produção de forragem e produção de sementes são as mais importantes para a avaliação e discriminação de genótipos, mostrando estruturação semelhante entre os ensaios e contrastantes entre si.

Entre os genótipos analisados, há potencial de seleção de parentais altamente divergentes para hibridação voltados à produção de forragem e propagados por sementes.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o uso do amendoim forrageiro para fins ornamentais, novas variáveis para a avaliação de genótipos devem ser incorporadas às avaliações, como cor de flor e uniformidade da parcela, de forma a priorizarem o aspecto visual das plantas.

Quanto à produção de forragem, atenção deve ser dada às ocorrências de pragas e doenças para a cultura. Embora haja poucos relatos de ocorrências naturais, surtos populacionais, como o que ocorreu para o ácaro no Estado do Acre, oferecem oportunidades de estudos que visam o controle e minimização das perdas até a identificação de genótipos e lançamento de cultivares resistentes ou tolerantes. Isto se torna essencial para a ocorrência de doenças com alto potencial de danos econômicos, como a rizoctonia, que prejudica a produção de biomassa aérea, e, também com relato recente na Colômbia, a incidência de novos vírus na espécie.

Estudos voltados para o entendimento dos mecanismos envolvidos na produção de flores e sementes também são necessários, de forma a esclarecer objetivamente a falta de correlação observada até então no amendoim forrageiro. Este tipo de pesquisa pode indicar novas estratégias de manejo e seleção para os programas de melhoramento da espécie.

A relação entre a produção de sementes e a produção de forragem também necessita de mais estudos, uma vez que é bastante variável entre genótipos e abre oportunidade de mais estudos para o entendimento desta relação na cultura.

Em trabalhos futuros, a avaliação da produção de sementes pode ser mais informativa com a inclusão da variável peso de 100 de sementes, de forma a agregar subsídios para a seleção voltada ao menor tamanho de sementes, trabalho já em andamento no Programa de Melhoramento do Amendoim Forrageiro na Embrapa, porém apenas em âmbito intracultivar.

## REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A. A.; BRYAN, H. H.; KLASSEN, W.; CODALLO, M. Propagation and establishment of perennial peanuts for ground cover along roadsides and highways ramps. In: PROCEEDINGS OF FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY, 115., 2002, [S.l.]. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2003. p. 267-272.
- ACRE. Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA. Programa Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Recursos naturais:** geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/Acre, fase II, Documento síntese - escala 1:250.000. Rio Branco, 2010. 180 p.
- ADJOLOHOUN, S.; BINDELLE, J.; ADANDEJAN, C.; TOLEBA, S. S.; NONFON, W. R.; SINSIN, B. Reproductive phenology stages and their contributions to seed production PF two *Arachis pintoii* ecotypes (CIAT 17434 and CIAT 18744) in Sudanian savanna region of Benin, West Africa. **Agricultural Science Research Journal**, Accra, v. 3, n. 6, p. 152-157, June 2013.
- ALMEIDA, I. V. B. de; NEDER, D. G.; BATISTA, F. R. da C; DUTRA, W. F. Characterization and early selection of silk blossom (*Calotropis procera*) genotypes with forage potential. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 3, p. 794-801, jul./set. 2017.
- ALONZO, L. A. G.; FERREIRA, O. G. L.; VAZ, R. Z.; COSTA, O. A. D.; MOTTA, J. F.; BRONDANI, W. C. Amendoim forrageiro manejado com baixos resíduos de pastejo por ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 69, n. 1, p. 173-180, jan./fev. 2017.
- ANDRADE, C. M. S. Construindo um ideótipo de gramínea para consorciação com a leguminosa *Arachis pintoii*. In: SOUZA, F. H. D.; MATTA, F. P.; FAVERO, A. P. (Ed.). **Construção de ideótipos de gramíneas para usos diversos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 273-282.
- ANDRADE, C. M. S. de; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Grazing management strategies for massaigrass-forage peanut pastures: 3. definition of sward targets and carrying capacity. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 352-357, mar./abr. 2006.
- ANDRADE, C. M. S. de; GARCIA, R.; VALENTIM, J. F.; PEREIRA, O. G. Productivity, utilization efficiency and sward targets for mixed pastures of marandugrass, forage peanut and tropical kudzu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 3, p. 512-520, mar. 2012.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. Adaptação, produtividade e persistência de *Arachis pintoii* submetido a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 439-445, mar. 1999.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 3, p. 263-270, mar. 2004.

ANDRADE, R. P. de; KARIA, C. T. **Produção de acessos de *Arachis pinto* em solos arenosos do Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 3 p. (Comunicado técnico, 23).

ANDRADE, C. M. S. de; WADT, P. G. S.; ZANINETTI, R. A.; VALENTIM, J. F. **Recomendação de calagem e adubação para pastagens no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2014. 11 p. (Circular técnica, 46).

ANJOS, J. R. N. dos; KITAJIMA, E. W.; CHARCHAR, M. J. D'A.; MARINHO, V. L. A. Infecção natural de *Arachis pinto* por "Peanut mottle virus" no Brasil Central. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 71-74, [jan.] 1998.

ANNICCHIARICO, P.; BARRETT, B.; BRUMMER, E. C.; JULIER, B.; MARSHALL, A. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes. **Critical reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 34, n. 1-3, p. 327-380, [May/June] 2015.

ARGEL, P. J. Regional experience with forage *Arachis* in Central America and Mexico. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 134-143.

ARGEL, P. J.; KERRIDGE, P. C.; PIZARRO, E. A. *Arachis pinto*: a multipurpose legume for sustainable land and use. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Saskatoon: International Grassland Society, 2007. p. 83-84.

ARGEL M., P.J.; VILLARREAL C., M. **Nuevo mani forrajero perenne (*Arachis pinto* krapovickas y gregory) cultivar Porvenir (CIAT 18744)**: leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. San Jose: CIAT, 1998. 32 p. (Boletín técnico).

ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Growth and yield of peanut cultivars and breeding lines under water deficit. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 146-154, abr./jun. 2015.

ASSIS, G. M. L. de Melhoramento de leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 3., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 213-249.

ASSIS, G. M. L. de. Melhoramento genético de forrageiras tropicais: importância e complexidade. In: GONÇALVES, R. C.; OLIVEIRA, L. C. de. (Ed.). **Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009. p. 209-220.

ASSIS, G. M. L. de; CAMPOS, T. de; BIANCHINI, P. C.; MATOS, L. R. A. de Banco de germoplasma de amendoim forrageiro: conservação e utilização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F. Forage peanut breeding program in Brazil. In: JANK, L.; CHIARI, L.; VALLE, C. B. do; RESENDE, R. M. S. (Ed.). **Forage breeding and biotechnology**. Brasília, DF: Embrapa; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2013. p. 77-105.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F. Programa de melhoramento genético do amendoim forrageiro: avaliação agronômica de acessos no Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 8, p. 207-215, jan./jun. 2009.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. BRS Mandobi: a new forage peanut cultivar propagated by seed for the tropics. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 1, n. 1, p. 39-41, Sep. 2013.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. (Ed.). **Produção de sementes de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre. 2011. (Sistemas de produção, 4). Disponível em <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=3830&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicId=3820](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3830&p_r_p_-996514994_topicId=3820)>. Acesso em 19 jan. 2016.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO JUNIOR, J. M.; AZEVEDO, J. M. A. de; FERREIRA, A. S. 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**, Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 1905-1911, nov. 2008.

ASSIS, G. M. L. de; VALLS, J. F. M. CARVALHO, M. A.; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. **Descritores morfológicos para condução de ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade em *Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Greg.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2010. 25 p. (Documentos, 117).

AZEVEDO, H. S. F. S.; SOUSA, A. C. B.; MARTINS, K.; OLIVEIRA, J. C.; TEIXEIRA, R. B.; SILVA, L. M.; VALLS, J. F. M.; ASSIS, G. M. L. de; CAMPOS, T. Genetic diversity of the forage peanut in the Jequitinhonha, São Francisco, and Paranã River valleys of Brazil. *Genetics and Molecular Research*, **Ribeirão Preto**, v. 15, n. 3, [p. 1-11], [jul./set.] 2016.

AZEVEDO, J. M. A. de; ASSIS, G. M. L. de; SAGGIN JUNIOR, O. J.; AZEVEDO, H. S. F. da S. Riqueza e frequência de espécies de fungos micorrízicos arbusculares em genótipos de amendoim forrageiro no Acre, Norte do Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 2, p. 157-168, jun. 2014.

AZEVEDO, J. M. A.; SILVA, H. S. F.; ASSIS, G. M. L.; SANTOS, L. F. A.; WOLTER, P. F. Genetic divergence among accessions of *Arachis repens* based on vegetative morphological traits. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, out. 2011.

AZEVEDO JUNIOR, R. L. de; OLIVO, C. J.; BEM, C. M. de; AGUIRRE, P. F.; QUATRIN, M. P.; ÁVILA, S. C. Nutritional value and chemical composition of pastures of peanut forage or red clover. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 57-62, jan./mar. 2013.

AZEVEDO JUNIOR, R. L. de; OLIVO, C. J.; BEM, C. M. de; AGUIRRE, P. F.; QUATRIN, M. P.; SANTOS, M. M. dos; BRATZ, V. F.; HORST, T. Forage mass and the nutritive value of pastures mixed with forage peanut and red clover. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 827-834, abr. 2012.

BALZON, T. A.; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; FERREIRA, A. S. Efeito do material propagativo e de métodos de plantio na produção de biomassa e de sementes do *Arachis pintoi* AP 65. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD ROM.

BARBOSA, F. A.; SOARES FILHO, B. S.; MERRY, F. D.; AZEVEDO, H. de O.; COSTA, W. T. S.; COE, M. T.; BATISTA, E. L. da S.; MACIEL, T. G.; SHEEPERS, L. C.; OLIVEIRA, A. R.; RODRIGUES, H. O. **Cenários para a pecuária de corte na Amazônia**. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2015. 146 p.

BARCELLOS, A. de O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. spe, p. 51-67, jul. 2008.

BARCELLOS, A. O.; COSTA, N. de L.; PIZARRO, E. A. Avaliação sob pastejo em pequenas parcelas de *Arachis pintoi* consorciado com *Paspalum atratum* em solo de várzea. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 218-220.

BARRO, R. S.; VARELLA, A. C.; LEMAIRE, G.; MEDEIROS, R. B. de; SAIBRO, J. C.; NABINGER, C.; BANGEL, F. V.; MEDEIROS, I. J. SAIBRO, J. C.; NABINGER, C.; BANGEL, F. V.; CARASSAI, I. J. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 7, p. 1589-1597, jul. 2012.

BASSO, K. C. **Estimação de parâmetros genéticos e índice de seleção em genótipos de *Brachiaria brizantha***. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MT, 2006.

BASSO, K. C.; RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; GONÇALVES, M. C.; LEMPP, B. Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agrônômicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 17-22, [jan./mar.] 2009.

BERNAL-VASQUEZ, A. M.; MÖHRING, J.; SCHMIDT, M.; SCHÖNLEBEN, M.; SCHÖN, C. C.; PIEPHO, H. P. The importance of phenotypic data analysis for genomic prediction – a case study comparing different spatial models in rye. **BMC Genomics**, London, UK, v. 15, n. 1, p. 1-17, Aug. 2014.

BIERAS, A. R.; SANTOS, M. J. Z. dos. Influência climática na incidência do ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) na citricultura dos municípios de Limeira e Bebedouro (SP). **Geosul**, Florianópolis, v. 19, n. 37, p. 95-114, jan./jun. 2004.

BOTUCATU. **Plano de ciência, tecnologia e inovação e estudo de viabilidade técnica e econômica do parque tecnológico de Botucatu**. Botucatu, 2014. 111 p.

BRAZ, T. G. dos S.; FONSECA, D. M. da; JANK, L.; RSENDE, M. D. V. de, MARSTUSCELLO, J. A.; SIMEÃO, R. M. Genetic parameters of agronomic characters in *Panicum maximum* hybrids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 4, p. 231-237, abr. 2013.

CAMPANHA, M. M.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B. de; MARTINEZ, H, E. P.; FINGER, F. L.; GARCIA, S. L. R. Incidência de pragas e doenças em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e em monocultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 51, n. 295, p. 391-396, jul./ago. 2004.

CANUTO, D. S. de O.; SILVA, A. M. da; MORAES, M. L. T. de; RESENDE, M. D. V. de. Estabilidade e adaptabilidade em testes de progênies de *Myracrocuon urundeuva* sob quatro sistemas de plantio. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 171-180, abr./jun. 2016.

CAPISTRANO, M. da C. **Fatores determinantes na fertilidade dos gametas e conservação de pólen do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) no Acre**. 2015. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2015.

CARVALHO, I. F. de; SILVA, S. A.; KUEK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel. Ed. Universitária, 2001. 99 p.

CARVALHO, M. A.; PIZARRO JUNCAL, E. A.; VALLS, J. F. M. Flowering dynamics and seed production of *Arachis pintoi* and *Arachis repens* in the Brazilian Cerrados. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 43, [n. 1], p. 139-150, [Jan./Dec.] 2009.

CARVALHO, M. A.; QUESENBERRY, K. H. Agronomic evaluation of *Arachis pintoi* (Krap. And Greg.) germplasm in Florida. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 61, n. 233, p. 19-29, Mar. 2012.

CARVALHO, M. A.; QUESENBERRY, K. H.; GALLO-MEAGHER, M. Molecular characterization and tissue culture ability of the USA *Arachis pintoi* (Krap. And Greg.) germoplasm collection. In: HUMPHREYS, M. O. (Ed.). **Molecular breeding for the genetic improvement of forage crops and turf**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 263.

CARVALHO, W. G.; COSTA, K. A. de P.; EPIFANIO, P. S.; PERIM, R. Z.; TEIXEIRA, D. A. A. Silage quality of corn and sorghum added with forage peanuts. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 465-472, abr./jun. 2016.

CASSAL, V. B.; GARCIA, E. N.; MONKS, P. L. Estabelecimento do amendoim forrageiro e dinâmica de espécies em vegetação campestre no litoral sul, Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 43, n. 1, p. 132-138, jan. 2013.

CASTRO, C. M.; VALLS, J. F. M.; KARIA, C. T. Componentes biológicos da produção de sementes e de forragem em populações de *A. pintoi*. **Pasturas Tropicais**. Disponível em <<http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/componentes-biologicos-sementes-arachis/>>. Acesso em 17 jan. 2016.

CEDILLO, D. S. O.; BARROS, W. S.; FERREIRA, F. M.; DIAS, A. S.; ROCHA, R. B.; CRUZ, C. D. Correlation and repeatability in progenies of African oil palm. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 197-201, abr./jun. 2008.

CEZAR, I. M.; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R. L. de. S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil**: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005. 40 p. (Documentos, 151).

COSTA, L. H.; ROSSETO, C. A. V. Rendimento e qualidade de sementes de amendoim forrageiro em diferentes épocas de colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 8, p. 2358-2361, nov. 2008.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, jul./set. 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2014. 668 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, E. D.; SIMÃO NETO, M.; COVRE, J. L. Produção de sementes de *Arachis pintoi* Krap. et Greg. na Amazônia Oriental Brasileira. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 21, n. 3, p. 59-61, Dic. 1999.

CRUZ, R. de la; SUÁREZ, S.; FERGUSON, J. E. The contribution of *Arachis pintoi* as a ground cover in some farming systems of Tropical America. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 102-108.

CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. de. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p. 701-706, abr. 2010.

DAPAAH, H. K.; MOHAMMED, I.; AWUAH, R. T. Growth and yield performance of groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) in response to plant density. **International Journal of Plant & Soil Science**, Bengal, v. 3, n. 9, p. 1069-1082, Sep. 2014.

DÁVILA, C.; URBANO, D.; CASTRO, F. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida II. Características morfológicas y producción de semilla. **Zootecnia Tropical**, Edo Aragua, v. 29, n. 1, p 7-15, Mar. 2011.

DE FAVERI, J. de; VERBYLA, A.; PITCHFORD, W. S.; VENKATANAGAPPA, S.; CULLIS, B. R. Statistical methods for analysis of multi-harvest data from perennial pasture variety selection trials. **Crop and Pasture Science**, Melbourne, v. 66, n. 9, p. 947-962, [Sep.] 2015.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C. de; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. de C.; CABRAL, L. da S.; LANA, R. de P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1763-1777, nov./dez. 2003.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. de. Estratégias e métodos de seleção. In: DIAS, L. A. S. **Melhoramento genético do cacauzeiro**. Viçosa, MG, FUNAPE, UFG. 2001. Disponível em: <<http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=166&page=-2>>. Acesso em 17 nov. 2017.

ELSTON, R. C. A weight-free index for purpose of ranking or selection with respect to several traits at time. **Biometrics**, London, UK, v. 19, n. 1, p. 85-97, Mar. 1963.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Balço Social 2016**, 2016. Disponível em <<http://bs.sede.embrapa.br/2016/>>. Acesso em 30 ago. 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 321-328, mar./abr. 2006.

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **Biblioteca Virtual da FAPESP**: Fonte referencial de informação para a Pesquisa Apoiada pela FAPESP. Obtenção de cultivares do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*). Processo: 04/09098-4. Disponível em <<http://www.bv.fapesp.br/pt/auxilios/1026/obtencao-de-cultivares-do-amendoim-forrageiro-arachis-pintoi/>> Acesso em 14 ago. 2017.

FÁVERO, A. P.; GODOY, I. J. de; SUASSUNA, T. de M. F. Uso de espécies silvestres no pré-melhoramento de amendoim. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Pré-melhoramento de plantas: estado da arte e experiências de sucesso**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 265-292.

FAZOLIN, M.; VASCONCELOS, G. J. N.; LIMA, E. F. B.; SANTOS, R. S. S. AZEVEDO, H. N. de. **Reconhecimento de artrópodes de importância econômica para o amendoim forrageiro**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre. 2015. 65 p. (Documentos, 137).

FERGUSON, J. E. Seed biology and seed systems for *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 122-133.

FERGUSON, J. E.; CARDOZO, C. I.; SÁNCHEZ, M. S. Advances and perspectives in seed production of *Arachis pintoi*. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 14, n. 2, p. 13-22, Dic. 1992.

FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K.; CARVALHO, M. A.; MACIEL, G. A.; ASSIS, G. M. L. de; BRAGA, G. J. Forage yield and nutritive value of *Arachis* spp. genotypes in the Brazilian savanna. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 5, n. 1, p. 19-28, Jan. 2017.

FERNANDES, G. M.; POSSENTI, R. A.; FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V. T. Valor nutritivo do feno de amendoim forrageiro em diferentes idades de corte. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 68, n. 2, p. 133-138, jul./dez. 2011.

FERRAZ, I. L. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica**. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FERRAZ, I. L.; LEITE, B. C. C. Amendoim no telhado: o comportamento da grama-amendoim (*Arachis repens*) na cobertura verde extensiva. In: ENCONTRO NACIONAL, 6.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 4., 2011, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2011. Disponível em <<http://www.elecs2013.ufpr.br/anais-elecs-2011/>>. Acesso em 05 mar. 2018.

FERREIRA, A. L.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; OLIVEIRA, L. S.; PEREIRA, J. M. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 856-863, abr. 2012.

FERREIRA, A. S.; PEDREIRA, C. G.; MARASSATTO, C. M. Sward structural characteristics of perennial peanut genotypes as affected by harvest frequency. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 1, n. 1, p. 74-75, Set. 2013.

FIGUEIREDO, U. J. de; NUNES, J. A. R.; VALLE, C. B. do. Estimation of genetic parameters and selection of *Brachiaria humidicola* progenies using a selection index. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 12, n. 4, p. 237-244, dez. 2012.

FISHER, M. J.; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 53-70.

GEORING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications**. Washington: USDA-ARS Agricultural Handbook, 1970. 379 p.

GIMENES, M. A.; LOPES, C. R.; VALLS, J. F. M. Genetic relationships among *Arachis* species based on AFLP. **Genetic and Molecular Biology**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 349-353, [jul./set.] 2002.

GOBBI, K. F. GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G. ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 59, n. 227, p. 379-390, Sep. 2010.

GONÇALVES, R. C.; BOARI, A. de J.; ASSIS, G. M. L. de; MACEDO, P. E. F. de. *Arachis* spp. com diferentes níveis de sintomas de virose no Acre, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 49., 2016, Maceió. **Anais...** Maceió: SBF: Ufal: Ceca, 2016. 1 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148838/1/26143.pdf>>. Acesso em 30 jan. 2016.

GONÇALVES, R. C.; MACEDO, P. E. F. de; VALLIM, J. H.; ARAÚJO, E. O. de; OLIVEIRA, R. D'A. de L. **Nematoídes do gênero *Meloidogyne* em *Arachis* spp. no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2015. 10 p. (Comunicado técnico, 189).

GONÇALVES, R. C.; MACEDO, P. E. F. de; VALLIM, J. H.; ASSUNÇÃO, J. S. de; NIGUEIRA, S. R. **Manual de identificação de doenças e fungos em *Arachis* spp.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2014. 73 p. (Documentos, 133).

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.

HAYES, B. J.; COGAN, N. O. I.; PEMBLETON, L. W.; GODDARD, M. E.; WANG, J.; SPANGENBERG, G. C.; FORSTER, J. W. Prospects for genomic selection in forage plant species. **Plant Breeding**, Hoboken, v. 132, n. 2, p. 133-143, Apr. 2013.

HENDERSON, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, Oxford, UK, v. 31, n. 2, p. 423-447, June 1975.

HOLLAND, J. B.; NYQUIST, W. E.; CERVANTES-MARTINEZ, C. T. Estimating and Interpreting Heritability for Plant Breeding: An Update. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant Breeding Reviews**, v. 22, Oxford, UK: John Wiley & Sons, 2003. p. 9-112.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP**: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em 23 jan. 2017.

JANK, L.; BARRIOS, S. C.; VALLE, C. B. do; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G. F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, Melbourne, v. 65, n. 11, p. 1132-1137, [Nov.] 2014.

JANK, L.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 11, n. spe, p. 27-34, jun. 2011.

JONES, R. M. Persistence of *Arachis pinto* cv. Amarillo on three soil types at Samford, south-eastern Queensland. **Tropical Grasslands**, v. 27, n. 1, p. 11-15, Mar. 1993.

KHATTREE, R.; NAIK, D. **Applied multivariate statistics with SAS Software**. 2.ed. Cary: SAS Institute, 1999. 338 p.

KIRST, B. B.; SANTOS, C. E. dos; CARVALHO, C. de; TREICHEL, M. Anuário brasileiro da pecuária. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2017. 56 p.

KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W.C. Taxonomy of the genus *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, Corrientes, v. 16, n. 1, p. 1-205, [Dec.] 2007. (Supl).

LASCANO, C. E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. (Ed.) **Biology and Agronomy of forages *Arachis***. Cali: CIAT, 1994. p. 109-121.

LAVIA, G. I.; ORTIZ, A. M.; ROBLEDO, G.; FERNÁNDEZ, A.; SEIJO, G. Origin of triploid *Arachis pinto* (Leguminosae) by autopolyploidy evidenced by FISH and meiotic behaviour. **Annals of Botany**, London, UK, v. 108, n. 1, p. 103-111, Jul. 2011.

LENZI, A.; CECAT, U.; MACHADO FILHO, GASPARINO, E. ROMA, C. F. C.; BARBERO, L. M.; LIMÃO, V. A. Produção e qualidade do pasto de coastcross consorciado ou não com amendoim forrageiro com ou sem aplicação de nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 4, p. 918-926, ago. 2009.

LIMA, J. A.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTANA, R. A. V. **Amendoim forrageiro** (*Arachis pinto* Krapov. & Greg). Lavras: UFLA/CNPq. 2003. 18 p.

LITTELL, R. C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v. 19, n. 13, p. 1993-1819, July 2000.

LITTELL, R.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D.; SCHABENBERGER, O. **SAS for mixed models**. 2. ed. Cary, US: SAS Institute Inc., 2006. 834 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.

MACLEOD, A. J. A generalization of Newton-Raphson. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, London, v. 15, n. 1, p. 117-120, Jan. 1984.

MAHALANOBIS, P. C. On the generalized distance in statistics. **Proceedings of the National Institute of Sciences of India**, New Delhi, v. 12, n. 1, p. 49-55, Abr. 1936.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V. de; PAIVA, J. R. de; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. de M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, v. 1, p. 43-50, jan./mar. 2009.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. CULTIVARWEB – Gerenciamento de Informação. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em 09 fev. 2018.

MARCOLINO, E. F.; AZEVEDO, H. S. F. S.; ASSIS, G. M. L.; AZEVEDO, J. M. A.; AZEVEDO, H. N. Floração, frutificação e maturação de frutos de *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi em ambiente controlado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012. (CD-ROM).

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521 p.

MARTINIELLO, P. Influence of agronomic factors on the relationship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a Mediterranean environment. **Agronomie**, Les Ulis, v. 18, n. 8-9, p. 591-601, [Oct./Nov.] 1998.

MENEZES, A. P. M.; ASSIS, G. M. L. de; ATAVELI, M.; SILVA, H. S. F. da; AZEVEDO, J. M. A. de; MENDONÇA, M. S. de. Genetic divergence between genotypes of forage peanut in relation to agronomic and chemical traits. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 7, p. 1608-1617, jul. 2012.

MENEZES, B. R. S.; DAHER, R. F.; GRAVINA, G. de A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do; OLIVEIRA, A. V.; SCHNEIDER, L. S. A.; SILVA, V. B. Correlações e análise de trilha em capim-elefante para fins energéticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 9, n. 3, p. 465-470, [jul./set.] 2014.

MIAVITZ, E.; ROUSE, R. Rhizomal perennial peanut in the urban landscape. In: PROCEEDINGS OF FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY, 115., 2002, [S.l.]. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2003. p. 136-138.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2007. 297 p.

MIRANDA, C. H. B.; VIEIRA, A.; CADISH, G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis* spp.) por intermédio da abundância natural de <sup>15</sup>N. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1859-1865, nov./dez. 2003. (Supl., 2).

MIRANDA, E. M. de; SAGGIN JUNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. da. Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 9, p. 1185-1191, set. 2008.

MIRANDA, E. M. de; SILVA, E. M. R. da; SAGGIN JUNIOR, O. J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n.1, p. 13-22, mar. 2010.

MOURA, R. L. de; NASCIMENTO, M. do. P. S. C. B. do; RODRIGUES, M. M.; OLIVEIRA, M. E.; LOPES, J. B. Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de estilosantes Campo Grande em cinco idades de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 249-254, [jul./set.] 2011.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 1, n. 7, p. 40-51, Jan. 1978.

MUNIZ, A. W.; SOUZA, E. da S. CAVALLAZZI, J. R. P.; SÁ, E. L. S. de; PERIN, R.; TONATO, F. ASSIS, G. M. L. de. **Inoculação de rizóbios em amendoim forrageiro cv. Mandobi em Manaus, AM**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2017, 4 p. (Comunicado técnico, 125).

OLIVEIRA, C. A. de; MUZZI, M. R. S.; PURCINO, H. A.; MARRIEL, I. E.; SÁ, N. M. H. de. Decomposition of *Arachis pinto*i and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 9, p. 1089-1095, set. 2003.

OLIVEIRA, J. C. de; RUFINO, P. B.; AZÊVEDO, H. S. F. da S.; ASSIS, G. M. L. de; SEBBENN, A. M.; CAMPOS, T. de. Avaliação da taxa de cruzamento de *Arachis pinto*i. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 10., 2015, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, AC: IFAC; CONIF, 2015. Disponível em <[http://connepi.ifac.edu.br/?page\\_id=1441](http://connepi.ifac.edu.br/?page_id=1441)>. Acesso em 18 jan. 2016.

OLIVEIRA, M. A. P.; VALLS, J. F. M. Morphological characterization and reproductive aspects in genetic variability studies of forage peanut. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 299-304, abr./jun. 2003.

OLIVEIRA, M. A. P.; VALLS, J. F. M. Produção de híbridos de amendoim forrageiro por meio de hibridação artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 885-888, jun. 2002.

OLIVO, C. J.; DIEHL, M. S.; AGNOLIN, C. A.; BRATZ, V. F.; AGUIRRE, P. F.; SAUTER, C. P. Forage systems mixed with forage legumes grazed by lactating cows. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 39, n. 1, p. 19-26, mar. 2017.

OLIVO, C. J.; NÖRNBERG, J. L.; MEINERZ, J. R.; AGNOLIN, C. A.; MACHADO, P. R.; MARX, F. R.; DIEHL, M. S.; FOLETTO, V.; AGUIRRE, P. F.; ARAÚJO, T. L. da R.; BEM, C. M. de; SANTOS, J. C. dos. Produtividade e valor nutritivo de pastos consorciados com diferentes espécies de leguminosas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 42, n. 11, p. 2051-2058, nov. 2012.

OLIVO, C. J.; STEINWANDTER, E.; AGNOLIN, C. A.; MEINERZ, G. R.; SANTOS, J. C. dos; BEM, C. M. de; AGUIRRE, P. F.; MACHADO, P. R.; ARAÚJO, T. L. da R. de. Contribuição dos componentes e composição química de pastagens em sistemas forrageiros constituídos por diferentes leguminosas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 12, p. 2534-2540, dez. 2010.

ONOFRI, A.; CARBONELL, E. A.; PIEPHO, H. P.; MORTIMER, A. M.; COUSENS, R. D. Current statistical issues in weed research. **Weed Research**, Oxford, UK, v. 50, n. 1, p. 5-24, Feb. 2010.

PALMIERI, D. A.; BECHARA, M. D.; CURTI, R. A.; MONTEIRO, J. P.; VALENTE, S. E. S.; GIMENES, M. A.; LOPES, C. L. Genetic diversity analysis in the section *Caulorrhizae* (genus *Arachis*) using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 109-118, jan. 2010.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BARBERO, L. M.; GALBIERO, S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 122-129, jan. 2009.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, Oxford, UK, v. 58, n. 3, p. 545-554, Dec. 1971.

PAULINO, V. T.; BUENO, M. S.; ABDALLA, A. L. Composição química e compostos fenólicos em *Arachis pintoi* 'Belmonte'. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 61, n. 236, p. 611-614, Dic. 2012.

PEÑALOZA, A. D. P. **der Caracterização dos componentes biológico da produção de sementes de *Arachis pintoi* (Leguminosae)**. 1995. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Engenharia Agrônômica, Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1995.

PEREIRA, A. V. Utilização de forrageiras de alto potencial de produção. In: EMBRAPA. **Relatório Técnico da Embrapa Gado de Leite 1995-1998**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1999a. p. 23-28.

PEREIRA, A. V.; VALLE, C. B. do; FERREIRA, R. de P.; MILES, J. H. Melhoria de forrageiras tropicais. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 549-602.

PEREIRA, J. M. **Amendoim forrageiro cultivar Belmonte: nova opção de leguminosa forrageira para o sul da Bahia**. Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), 1999b. 6 p.

PEREIRA, J. M. **Utilização de leguminosas forrageiras na alimentação de bovinos**. Comissão executiva do plano de lavoura cacaueira. Artigos Técnicos. Disponível em <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo29.htm>>. Acesso em 17 jan. 2016.

PEREIRA, M. M.; REZENDE, C. de P.; PEDREIRA, M. S.; PEREIRA, J. M.; MACEDO, T. M.; SILVA, H. G. de O.; BORGES, A. M. F.; SILVA, A. M. P. Valor alimentício do capim marandu, adubado ou consorciado com amendoim forrageiro, e características da carcaça de bovinos de corte submetido à pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 3, p. 643-657, set. 2015.

PIEPHO, H. P.; ECKL, T. Analysis of series of variety trials with perennial crops. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 69, n. 3, p. 431-440, Sep. 2014.

PIEPHO, H. P.; MÖHRING, J. Selection in cultivar trials: is it ignorable? **Crop Science**, Madison, v. 46, n. 1, p. 192-201, Jan. 2006.

PIEPHO, H. P.; MÖHRING, J.; MELCHINGER, A. E.; BÜCHSE, A. BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. **Euphytica**, Amsterdam, v. 161, n. 3, p. 209-228, June 2008.

PIZARRO, E. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A. Variações na disponibilidade de sementes do *Arachis pintoi* BRA-031143 cultivado num Latossolo Vermelho Escuro. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 20, n. 1, p. 34-36, [Ene.] 1998.

PUCCIARIELLO, O.; ORTIZ, A.; FERNÁNDEZ, A.; LAVIA, G. I. Análisis cromossômico del híbrido *Arachis pintoi* x *A. repens* (Leguminosae). **Boletín de la Sociedad Argentina de Botanica**, Córdoba, AR, v. 48, n. 1, p. 111-119, [Ene./Mayo] 2013.

RAMOS, A. K. B.; BARCELLOS, A. de O.; FERNANDES, F. D. Gênero *Arachis*. In: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 249-293.

RESENDE, M. A. V. de; FREITAS, J. A. de; LANZA, M. A.; RESENDE, M. D. V. de; AZEVEDO, C. F. Divergência genética e índice de seleção via BLUP em acessos de algodoeiro para características tecnológicas da fibra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 334-340, jul./set. 2014.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética quantitativa e de populações**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2015. 452 p

RESENDE, M. D. V. de. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 362 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 57 p. (Documentos, 100).

RESENDE, M. D. V. de. **O Software Selegen-Reml/Blup**. Campo Grande, MS: Embrapa, 2006. 305 p. (Documentos).

RESENDE, M. D. V. de; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, set. 2007.

RESENDE, M. D. V. de; SILVA, F. F. e; LOPES, P. S.; AZEVEDO, C. F. A. **Seleção genômica ampla (GWS) via modelos mistos (REML/BLUP), inferência bayesiana (MCMC), regressão aleatória multivariada e estatística espacial**. Viçosa, MG: UFV, 2012. 291 p.

RESENDE, M. D. V. de; THOMPSON, R. Factor analytic multiplicative mixed models in the analysis of multiple experiments. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 31-52, abr./jun. 2004.

RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2008. 293 p.

RINCÓN, C. A.; CUESTA, M. P. A.; PEREZ, B. R; LASCANO, C. E.; FERGUSON, J. **Maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory): una alternativa para ganaderos y agricultores**. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario, 1992. 23 p. (Boletín técnico, 219).

ROKA, F. M.; ROUSE, R. E.; MIAVITZ-BROWN, E. Economic considerations from using perennial peanut in urban landscapes. In: PROCEEDINGS OF FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY, 116., 2003, [S.I.]. **Proceedings...** [S.I.: s.n.], 2004. p. 339-341.

ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 7, p. 964-971, jul. 2012.

ROUSE, R. E.; MIAVITZ, E. M.; ROKA, F. M. **Guide to using rhizomal perennial peanut in the urban landscape**. Gainesville: IFAS, University of Florida. 2004. 9 p. (Forthcoming EDIS doc, Cooperative Extension Service). Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu/ep135>>. Acesso em 05 mar. 2018.

SÁ, C. P. de; ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. **Análise econômica para a pecuária de corte em pastagens melhoradas no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2010. 5 p. (Circular técnica, 51).

SÁ, C. P. de; BAYMA, M. N. A.; CARVALHO, B. P. **Avaliação dos impactos da tecnologia: recomendação do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) em pastagens no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 18 p.

SALES, R. M. P.; FRIES, D. D.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; CAMPOS, C. N.; BRITO, P. H. R.; PEREIRA, I. S.; SANTOS, J. da S. Effect of water stress on the growth of *Arachis pintoi* plants under different nitrogen levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 3, p. 149-154, mar. 2013a.

SALES, R. M. P.; FRIES, D. D.; PIRES, A. J. V.; BONOMO, P.; SANTANA, S. A. de; SANTOS, I. S.; ROCHA, A. V.; SOBRAL, D. M. P. L. Nitrogen fertilization on the establishment of *Arachis pintoi* cv. Belmonte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 11, p. 2303-2308, nov. 2012.

SALES, R. M. P.; FRIES, D. D.; PIRES, A. J. V.; BONOMO, P.; SANTOS, I. S.; CAMPOS, C. N.; BRITO, P. H. R.; BRITO, M. S. Chlorophyll and carbohydrates in *Arachis pintoi* plants under influence of water regimes and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 6, p. 388-394, jun. 2013b.

SÁNCHEZ, P. A. G.; MESA, H. J.; MONTOYA, M. M. Next generations sequence analysis of the forage peanut (*Arachis pintoi*) virome. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 69, n. 2, p. 7881-7891, July/Dec. 2016.

SANTOS, C. F. dos; ASSIS, G. M. L. de; CLEMENCIO, R. de M. Incidência e severidade de pragas e doenças em acessos de amendoim forrageiro no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. **Anais...** Santos: SBRG, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112879/1/25333.pdf>>. Acesso em 30 jan 2018.

SANTOS, C. F. dos; MIQUELONI, D. P.; ASSIS, G. M. L. de. Restrição hídrica no aparecimento de estolões de amendoim forrageiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAC, 26., 2017, Rio Branco, AC. **Anais...** Rio Branco, AC: UFAC, 2017.

SANTOS, I, P. A. dos; PINTO, J. C.; SIQUEIRA, J. O.; MORAIS, A. R. de; SANTOS, C. L. dos. Influência do fósforo, micorriza e nitrogênio no conteúdo de minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoii* consorciados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 605-616, [mar./abr.] 2002.

SANTOS, R. S. Infestação de *Tetranychus ogmophallos* Ferreira & Flechtmann (Acari: Tetranychidae) em amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* Krapov. & Greg.) nos Estados do Acre e Minas Gerais. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 9, n. 1, p. 69-72, [jan./abr.] 2016.

SAS. **SAS/STAT User guide** – Version 9.22. Cary, US: SAS Institute Inc., 2010.

SEIJO, G.; LAVIA, G. I. Caracterización cromosómica de *Arachis pintoii* Krapov. & W.C. Gregory (*Leguminosae*) diplóide por bandeio C DAPI. **Comunicaciones Científicas y Tecnológicas**. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 2004. Disponível em <<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/5-Agrarias/A09.pdf>>. Acesso em 2 jul. 2014.

SHELTON, H. M.; FRANZEL, S.; PETERS, M. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. **Tropical Grasslands**, Cali, v. 39, n. 4, p. 198-209, Dec. 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2001. 235 p.

SIMEÃO, R. M.; ASSIS, G. M. L.; MONTAGNER, D. B. ; FERREIRA, R. C. U. Forage peanut (*Arachis* spp.) genetic evaluation and selection. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 72, n. 2, p. 322-332, June 2017.

SIMEÃO, R. M.; JANK, L.; VALLE, C. B. do; BARRIOS, S. C. L.; SANTOS, M. F. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO DE PASTAGEM E FORRAGICULTURA DO CAMPO DAS VERTENTES, 2., 2015, São João del Rei. **Anais...** São João del Rei: UFSJ, 2015. p. 114-130.

SIMEÃO, R. M.; SILVA, A.; VALLE, C.; RESENDE, M. D. V.; MEDEIROS, S. Genetic evaluation and selection index in tetraploid *Brachiaria ruziziensis*. **Plant Breeding**, Malden, v. 135, n. 2, p. 246-253, Apr. 2016.

SIMPSON, C. E.; VALLS, J. F. M.; MILES, J. W. Reproductive biology and the potential for genetic recombination in *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 43-52.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 550-556, mar. 2011.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p.443-451, mar. 2009.

SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, F. J. da S.; KOPP, M. M. Estacionalidade e estabilidade de produção de forragem de progênies de *Brachiaria ruziziensis*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 685-691, jul./ago. 2011.

STEINWANDTER, E.; OLIVO, C. J.; SANTOS, J. C. dos; ARAÚJO, T. L. da R. de; AGUIRRE, P. F.; DIEHL, M. S. Produção de forragem em pastagens consorciadas com diferentes leguminosas sob pastejo rotacionado. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 131-137, abr./jun. 2009.

TAMBARA, A. A. C.; SIPPERT, M. R.; JAURIS, G. C.; FLORES, J. L. C.; HENZ, É. L.; VELHO, J. P. Production and chemical composition of grasses and legumes cultivated in pure form, mixed or in consortium. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 39, n. 3, p. 235-241, set. 2017.

TEIXEIRA, V. I.; DUBEUX JR., J. C. B.; SANTOS, M. V. F. dos; LIRA JR., M. de A.; LIRA, M. de A.; SILVA, H. M. S. da. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no Nordeste brasileiro. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, ES, v. 59, n. 226, p. 245-254, Jun. 2010.

VALENTIM, J. F. **Produção e potencial para a agropecuária no Acre**. Rio Branco, AC: SEMA. Programa Estadual de Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Acre - Fase II, 2006. 76 p.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Partição de biomassa e banco de sementes de acessos de amendoim forrageiro na Amazônia Ocidental brasileira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: SBZ, 2003. 1 CD ROM.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 4, n. 8, p. 9-32, jan./jun. 2009.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; ASSIS, G. M. L. de; SÁ, C. P. de; COSTA, F. de S.; SALES, M. F. L.; FERREIRA, A. S.; MESQUITA, A. Q. de; COSTA C. R. da. **Semeadura de amendoim forrageiro BRS Mandobi em pastagens estabelecidas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2017. 16 p. (Circular técnica, 73).

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de; MENDONÇA, H. A. de; SALES, M. F. L. Velocidade de Estabelecimento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1569-1577, nov./dez. 2003. (Supl., 1).

VALENTIM, J. F.; ASSIS, G. M. L.; SÁ, C. P. Produção de sementes em amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) no Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 4, n. 8, p. 189-205, jan./jun. 2009.

VALLE, C. B. do; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 4, p. 460-472, jul./ago. 2009.

VALLS, J. F. M.; MAASS, B. L.; LOPES, C. R. Genetic Resources of wild *Arachis* and genetic diversity. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 28-42.

VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. Taxonomy, natural distribution, and attributes of *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. p. 1-18.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

VASCONCELOS, E. S. de; FERREIRA, R. de P.; CRUZ, C. D.; MOREIRA, A.; RASSINI, J. B.; FREITAS, A. R. de Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 2, p. 205-210, mar./abr. 2010.

VASCONCELOS, J. M.; SALES, M. F. L.; ANDRADE, C. M. S. de; FARINATTI, L. H. E. Performance of Nelore steers grazing pure and mixed pastures in Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 50., 2013, Campinas. **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, 2013.

VEIGA, R. F. de A.; VALLS, J. F. M.; TOMBOLATO, A. F. C.; BARBOSA, W.; PIRES, E. G. Amendoins silvestres para uso ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 7-15, [jan./jun.] 2003.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, V. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VIANA, A. P.; RESENDE, M. D. V. de. **Genética quantitativa no melhoramento de fruteiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 296 p.

VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; KOZEN, E. A.; BOTREL, M. de A.; GIANASI, L.; MASCARENHAS, M. H. T.; FREIRE, F. M. Avaliação de cultivares de alfafa nas condições de Cerrado no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 3, p. 289-292, mar. 2004.

WARD, J. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of American Statistical Association**, Alexandria, US, v. 58, n. 301, p. 236-244, Mar. 1963.

## **ANEXOS**

ANEXO A – Identificação dos genótipos nos três ensaios de amendoim forrageiro.  
Rio Branco, AC

(continua)

Código	BRA	N. coletor/Cultivar	Espécie
Ensaio I			
1	014931	V 13095 = V 6727	<i>A. pinto</i>
2	033260	V 13634	<i>A. repens</i>
3	039799	V 14950	<i>A. pinto</i>
4	035068	G 12787 X Nc 1579	<i>A. pinto</i> x <i>A. repens</i>
5	035041	V 13167 X V 6791 wf	<i>A. pinto</i> x <i>A. pinto</i>
6	035033	V 13167 X G 12787	<i>A. pinto</i> x <i>A. pinto</i>
7	040894	Ae 2319	<i>A. pinto</i>
8	030333	V 13330	<i>A. pinto</i>
9	039187	Sv 5821	<i>A. pinto</i>
10	015083	V 6784	<i>A. pinto</i>
11	014991	V 6741	<i>A. pinto</i>
12	035114	W 902	<i>A. pinto</i>
13	032352	W 215	<i>A. repens</i>
14	034436	W 788	<i>A. repens</i>
15	032379	W 217	<i>A. repens</i>
16	032409	W 220	<i>A. pinto</i>
17	034142	W 647	<i>A. pinto</i>
18	037036	Alqueire-1	<i>A. pinto</i>
19	52*	-	<i>A. pinto</i>
68	031828	Belmonte	<i>A. pinto</i>
69	040550	BRS Mandobi	<i>A. pinto</i>
Ensaio II			
20	039985	V 14951	<i>A. pinto</i>
21	029220	Nc 1579	<i>A. repens</i>
22	012122	V 5895	<i>A. pinto</i>
23	014982	V 6740	<i>A. pinto</i>
24	030325	V 13196 = V 13110	<i>A. pinto</i>
25	030601	V 13198	<i>A. pinto</i>
26	039772	Sv 8311	<i>A. pinto</i>
27	040045	V 14966	<i>A. pinto</i>
28	012106	V 5786	<i>A. repens</i>
29	029190	Nc 1563	<i>A. repens</i>
30	029203	Nc 1577	<i>A. repens</i>
31	035076	V 13167 X Nc 1578	<i>A. pinto</i> x <i>A. repens</i>
32	038857	VMC 96 X 7	<i>A. pinto</i> x <i>A. repens</i>
33	030384	W 1000 = V 13153	<i>A. pinto</i>
34	013251	Amarillo	<i>A. pinto</i>
68	031828	Belmonte	<i>A. pinto</i>
69	040550	BRS Mandobi	<i>A. pinto</i>
70	040550 <sup>1</sup>	BRS Mandobi	<i>A. pinto</i>

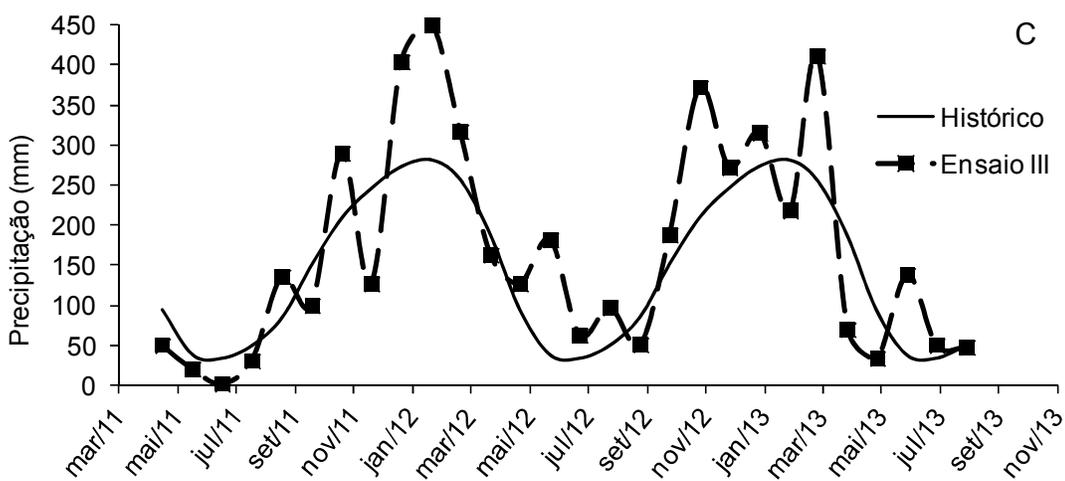
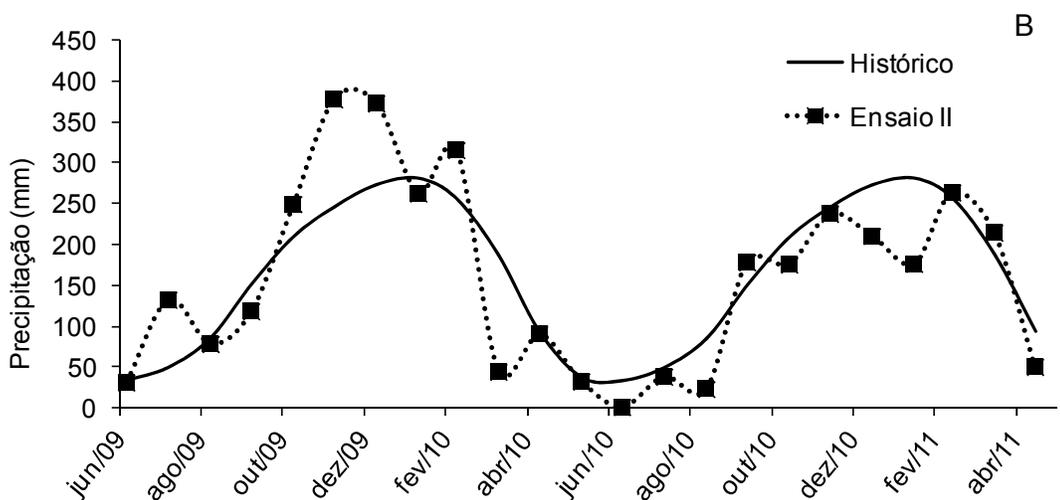
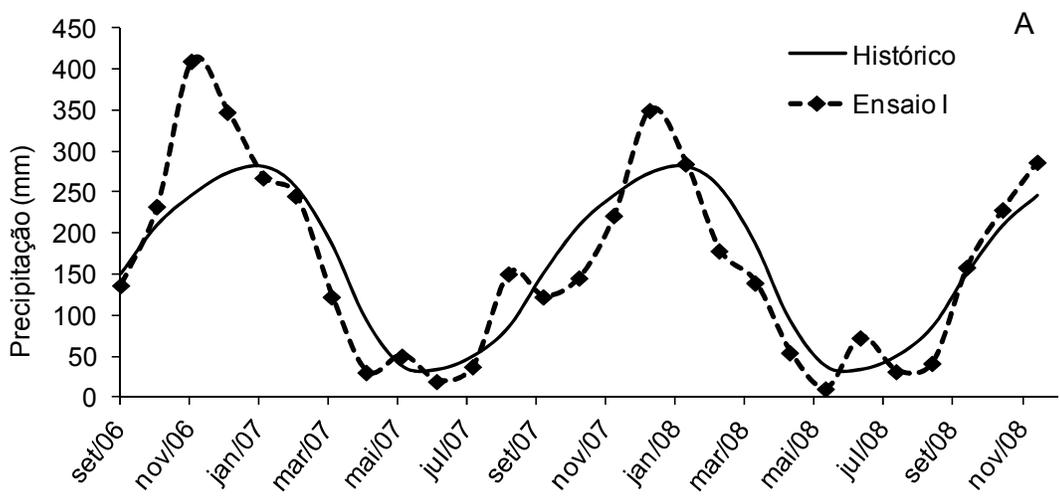
ANEXO A – Identificação dos genótipos nos três ensaios de amendoim forrageiro.  
Rio Branco, AC

(conclusão)

Código	BRA	N. coletor/Cultivar	Espécie
Ensaio III			
16	032409	W 220	<i>A. pinto</i>
35	030082	W 223=V 13074	<i>A. repens</i>
36	035122	QE 24	<i>A. pinto</i>
37	032387	W 1014 = W 218	<i>A. repens</i>
38	032280	W 1005 = W 200	<i>A. repens</i>
39	031909	W 153	<i>A. pinto</i>
40	040223	V 15069	<i>A. pinto</i>
41	039195	Sv 5822	<i>A. pinto</i>
42	030635	V 13211	<i>A. pinto</i>
43	031275	V 13370=W 121	<i>A. pinto</i>
44	031461	V 15154=W 147	<i>A. pinto</i>
45	031526	V 13356	<i>A. pinto</i>
47	031984	V 13468	<i>A. pinto</i>
48	012114	V 5868	<i>A. repens</i>
49	040193	V 15062	<i>A. pinto</i>
50	015121	V 6791 CPAC	<i>A. pinto</i>
51	016683	V 7394	<i>A. pinto</i>
52	032280	W 1005 = W 200	<i>A. repens</i>
53	040088	V 15018	<i>A. repens</i>
54	016357	Vi 301	<i>A. pinto</i>
55	037443	V 14475	<i>A. repens</i>
56	014788	V 6674	<i>A. repens</i>
57	032361	W 1016 = W 216	<i>A. repens</i>
58	022683	GRIPP 143	<i>A. pinto</i>
59	040185	V 15060	<i>A. repens</i>
60	036544	W 944	<i>A. pinto</i>
61	034363	V 13931	<i>A. repens</i>
62	034355	V 13888	<i>A. pinto</i>
63	032433	W 224	<i>A. pinto</i>
64	032492	EK 4	<i>A. repens</i>
65	030872	V 13282	<i>A. pinto</i>
66	030899	V 13288	<i>A. pinto</i>
67	030929	V 13294	<i>A. pinto</i>
68	031828	Belmonte	<i>A. pinto</i>
69	040550	BRS Mandobi	<i>A. pinto</i>

\*Identificação local (sem BRA). <sup>1</sup>propagação por sementes.

ANEXO B – Precipitação ao longo do período de avaliação dos ensaios de amendoim forrageiro e valor médio histórico (1969 a 2016) para a região (INMET, 2017). Ensaio I (A); Ensaio II (B); Ensaio III (C).

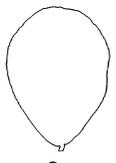
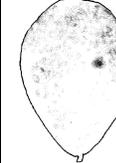
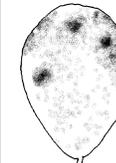
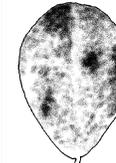
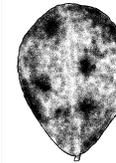
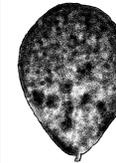


ANEXO C – Características químicas dos solos da área experimental de cada ensaio de amendoim forrageiro, coletados na profundidade de 0-20 cm. Rio Branco, AC

	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	CTC	P	V	MO	pH*
Ensaio	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				-----		mg dm <sup>-3</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	-
I	0,1	0,9	0,2	0,2	-	1,4	2,3	30,5	25,7	5,0
II	0,1	1,6	0,4	1,0	-	5,4	2,0	38,6	13,0	5,4
III	0,2	0,9	0,2	-	3,7	6,0	0,5	37,8	16,9	5,4

\*pH em água. Ensaio I: Argissolo Vermelho Amarelo; Ensaio II e III: Latossolo Vermelho.

ANEXO D – Escala de severidade de danos na planta e área de incidência na parcela de pragas e doenças para o amendoim forrageiro. Rio Branco, AC

% de área		Severidade										
												
Incidência	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1-10	-	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
	11-20	-	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6
	21-30	-	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
	31-40	-	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7
	41-50	-	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
	51-60	-	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8
	61-70	-	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8
	71-80	-	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9
	81-90	-	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9
	91-100	-	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10