



**CLAUDIO CARLOS FERNANDES FILHO**

**SELEÇÃO DE GENITORES E DECLONES DE BATATA PARA A  
INDÚSTRIA DE *CHIPS***

**LAVRAS – MG**

**2018**

**CLAUDIO CARLOS FERNANDES FILHO**

**SELEÇÃO DE GENITORES E DE CLONES DE BATATA PARA  
A INDÚSTRIA DE *CHIPS***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de mestre.

Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Filho, Claudio Carlos Fernandes.

Seleção de genitores e de clones de batata para a indústria de chips / Claudio Carlos Fernandes Filho. - 2018.

64 p. : il.

Orientador(a): César Augusto Brasil Pereira Pinto.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Melhoramento de plantas. 2. Solanum tuberosum. 3. Batata chips. I. Pinto, César Augusto Brasil Pereira. .II. Título.

**CLÁUDIO CARLOS FERNANDES FILHO**

**SELEÇÃO DE GENITORES E DE CLONES DE BATATA PARA A INDÚSTRIA DE  
CHIPS**

**PARENTS AND POTATO CLONES SELECTION FOR CHIPS INDUSTRY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de mestre.

APROVADA em 01 de março de 2018.

Dr. José Airton Rodrigues Nunes UFLA

Dr. Guilherme Henrique Martins Rodrigues Ribeiro UFSCAR

Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

Orientador

**LAVRAS-MG**

**2018**

*A Deus.*

*Ofereço.*

*A toda minha família e amigos pelo apoio.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me dar saúde, por ter me proporcionado tantas experiências positivas, por ter colocado em meu caminho as melhores pessoas e por estar sempre presente em minha vida.

À minha mãe Fabrícia por todo o apoio, pela educação que me foi dada, pela paciência e confiança. Mãe, seu carinho e atenção foram fundamentais para alimentar a esperança e prosseguir.

Ao meu irmão Gabriel pelo incentivo, principalmente por ser o meu melhor amigo.

À minha namorada Natácia pelo companheirismo, amor e força nos momentos difíceis, seu apoio foi fundamental.

Ao professor César Brasil que dedicou seu tempo e compartilhou seu conhecimento e experiência.

Aos professores de Pós-Graduação, pelos ensinamentos e conselhos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa de estudos, tornando possível a realização deste trabalho.

Aos amigos da república Carandiru por proporcionarem momentos inesquecíveis, também pelos conselhos e risadas.

Aos Companheiros do grupo PROBATATA, Bola, Rafaela, Maiara, Luana, Zina, Márcio, Abel e Ramon, pela amizade e convivência.

A todos os amigos do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pelas horas de estudo, diversão, aprendizado e amizade.

## RESUMO

No Brasil, o mercado de batata (*Solanumtuberosum L.*) se divide em quatro segmentos e cada segmento requer características adequadas dos tubérculos a fim de atender o consumidor. Os tubérculos de batata destinados a indústria de batata *chips* devem possuir formato redondo, olhos superficiais, alto teor de matéria seca e baixo teor de açúcares redutores. Além disso, uma cultivar deve possuir alta produtividade e, se possível, associada à resistência a pragas e doenças, tolerância a estresses abióticos – dessa forma garantindo rentabilidade ao agricultor. A demanda de batata para o processamento na forma de *chips* no Brasil é suprida principalmente pela cultivar americana Atlantic, que sofre com as condições de cultivo no Brasil e, conseqüentemente, não desempenha todo o seu potencial produtivo. O objetivo deste trabalho foi selecionar genitores e clones para o processamento de batata *chips*. Foram realizados cruzamentos dialélicos entre genitores com características adequadas para o processamento de batata *chips*, gerando 491 clones. Os clones foram avaliados na safra das águas e na safra de inverno, quanto à produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, produção de matéria seca, formato de tubérculos e profundidade de olhos. Destaca-se o genitor DGN 21-03 por contribuir positivamente para a produção de tubérculos graúdos e os genitores SR1 04-06, RVS 11-03, FL 20-27 e FL 18-67 que contribuíram para aumentar o peso específico. Com relação aos clones, destaca-se: CCF 11-13, CCF 13-08, CCF 30-08, CCF 03-06, CCF 16-03 e CCF 22-10, se destacam por apresentarem bom desempenho sob condições de temperaturas mais altas, bem como sob temperaturas mais amenas.

**Palavras-chave:** *Solanumtuberosum L.* Melhoramento de plantas. Batata *chips*.

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 O PROCESSAMENTO DA BATATA NA FORMA DE FRITURA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS TUBÉRCULOS PARA FRITURA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1 MATÉRIA SECA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.2 AÇÚCARES REDUTORES .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.3 TAMANHO E FORMATO DOS TUBÉRCULOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. MELHORAMENTO VISANDO A INDÚSTRIA DE BATATA <i>CHIPS</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1. CRUZAMENTOS DIALÉLICOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.2. MÉTODO DE ANÁLISE DIALÉLICA DE GRIFFING (1956).....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.3. MÉTODO DE ANÁLISE VIA MODELOS MISTOS .....</b>	<b>22</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. MATERIAL .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.4. AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DOS CLONES.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....</b>	<b>26</b>
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1. AVALIAÇÃO AGRONÔMICA NAS SAFRAS INDIVIDUAIS .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2. ANÁLISE CONJUNTA .....</b>	<b>44</b>
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanumtuberosum* L.) é a quarta cultura mais produzida no mundo atrás do milho, arroz e trigo. Porém, se considerarmos que grande parte da produção de milho é usada principalmente para a alimentação animal, podemos, então, classificar a batata como a terceira cultura mais produzida no mundo destinada a alimentação humana (FAO, 2016). O Brasil possui produtividade média de 29,7 t/ha, superando a média mundial em 67%, que é de 19,8 t/ha (FAO, 2016). No entanto, a produtividade brasileira poderia ser maior se as cultivares utilizadas fossem adaptadas às condições tropicais. As cultivares utilizadas atualmente, por terem sido desenvolvidas em condições de clima temperado, sofrem com maior pressão de pragas e patógenos, além de temperaturas mais elevadas e foto período menor.

O mercado brasileiro de batata é dividido em quatro segmentos principais, as batatas destinadas ao mercado *in natura* e as destinadas ao processamento industrial, estas por sua vez se dividem em pré-fritas congeladas, *chips* e batata palha. No Brasil, cerca de 21% de toda a batata produzida é destinada ao processamento industrial – porém observa-se um crescente aumento no consumo da batata processada, principalmente as pré-fritas congeladas. Cerca 700 mil toneladas de batata vão para a indústria, sendo que 400 mil toneladas alimentam a indústria de batata *chips* (ABBA, 2017). No entanto, o consumo de batata pré-frita congelada é maior, isso porque grande parte deste consumo é suprida pela importação. O consumo de batata *chips* no Brasil vem aumentando nos últimos anos, em 2010, houve aumento de 7% frente a 2009, cerca de 164,1 mil toneladas de batata foram processadas, com faturamento de R\$ 1,1 bilhão em 2010 (GERALDINI; BORGAT; JULIÃO, 2011). Neste contexto, observa-se que o processamento de batata para o consumo na forma de *chips* é uma atividade bastante rentável por agregar valor ao produto final. Porém, esta atividade poderia ser ainda mais lucrativa com a utilização de cultivares mais adaptadas, que reduziriam os custos de produção.

No Brasil, a cultivar mais utilizada pelos agricultores para o processamento na forma de *chips* é a Atlantic, esta cultivar foi introduzida dos Estados Unidos onde o clima é temperado. Em condições tropicais, esta cultivar não desempenha todo seu potencial produtivo devido a fatores como: fotoperíodo mais curto, temperaturas mais elevadas, solos mais pobres e maior pressão de pragas e patógenos. A cultivar Atlantic possui um bom crescimento vegetativo sob

temperaturas mais elevadas, porém apresenta número alto de tubérculos com desordens fisiológicas quando cultivada nesta condição, depreciando o produto final. Além disso, esta cultivar apresenta alta suscetibilidade ao vírus PVY causando grandes perdas de produtividade (BATATA SHOW, 2005). Desta maneira, os programas de melhoramento de batata devem ser conduzidos com o objetivo de desenvolver cultivares mais adaptadas as condições de cultivo existentes no Brasil (PINTO, 1999). Algumas características devem ser levadas em consideração quando se trata de uma cultivar destinada a atender a indústria de *chips* como alto teor de matéria seca, baixo teor de açúcares redutores e formato arredondado (BRADSHAW, 1994a). Desta forma, os genitores de um programa de melhoramento devem possuir as características de interesse, boa capacidade de combinação e bom desempenho médio (TAI, G. C. C.; YOUNG, 1984).

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos importantes para auxiliar na escolha de genitores para o programa de melhoramento da UFLA, e no desenvolvimento de clones com aptidão industrial para *chips*, bem como selecionar genótipos adaptados as condições tropicais de cultivo da região sul de Minas Gerais.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O processamento da batata na forma de fritura

O processamento da batata é tão antigo como o seu consumo *in natura*. Historiadores e arqueologistas apresentam relatos do seu processamento já no segundo século D.C., quando era cultivada nas montanhas do atual Peru. Os nativos a utilizavam desidratada – sendo que este tipo de processamento facilitava o seu transporte, conservação e era imprescindível à sobrevivência dos povos indígenas, pois a batata era, para eles, um alimento básico e as produções eram instáveis. Após a sua introdução na Europa, o processamento da batata foi “redescoberto”, em especial na forma de fritura, e tal utilização se estendeu também para a América do Norte. Já após a metade do século XX, 46% da produção total de batata nos EUA se destinava ao processamento. Destes, 48% eram utilizados na forma de fritura, mas deve-se considerar, ainda, que grande parte da batata comercializada *in natura* também era consumida na forma de fritura (TALBURT, W. F.; SMITH, 1975a).

O processamento de batata na forma de fritura nos EUA foi bastante impulsionado devido ao grande consumo de batata na forma de palito (*frenchfries*) a partir de 1950; já em 1960, o consumo per capita de batatas pré-fritas congeladas era de 36 kg. Na década de 70, o consumo de batata processada já ultrapassava o consumo de batata *in natura*. A partir dos anos 2000, a média de consumo per capita para os diferentes segmentos do mercado americano foram: 25 kg por ano para pré-fritas congeladas, 8 kg por ano de *chips* e 6 kg por ano de produtos desidratados. (USDA, 2016). Entre as décadas de 1970 até 2015, o único segmento que apresentou um grande aumento no consumo foi o de pré-fritas congeladas que foi de 13kg/pessoa/ano para 22kg/pessoa/ano em 2015. Tanto *chips* quanto produtos desidratados permaneceram estáveis durante o mesmo período. (NATIONAL POTATO COUNCIL, 2016).

Diferentemente dos EUA – onde dois terços da produção de batata é destinada ao processamento – no Brasil, em 2002, apenas 3% a 5% da produção total era processada (Berbari e Aguirre, 2002). No entanto, esse consumo vem crescendo – em 2011, 10% da produção total era processada. Este aumento foi devido, principalmente, ao aumento da demanda por batatas pré-fritas congeladas (GERALDINI; JULIÃO; BORGAT, 2011) – já em 2017 esse montante era de aproximadamente 21% (ABBA, 2017). Das 700 mil toneladas de batata processada em 2017, 300 mil toneladas foram processadas na forma de batatas pré-fritas congeladas e 400 mil toneladas na forma de *chips*. O mercado de batata chips no Brasil é suprido pela produção

interna de matéria prima, apesar do consumo ser menor do que o observado de batata pré-frita, isso se dá pelo fato de que o país importa grandes quantidades de batatas pré-fritas. Para o segmento de batata chips houve crescimento no consumo em 2010, observou-se alta de 7% frente a 2009 e faturamento de R\$1,1 bilhão no mesmo período (GERALDINI; JULIÃO; BORGAT, 2011).

O processamento de batata chips é um mercado bastante promissor dado a sua rentabilidade. Percebendo tal oportunidade, algumas empresas surgiram a fim de explorar o mercado, uma delas é a Elma Chips, que o explora com sucesso desde 1974, apesar das dificuldades enfrentadas por todas as empresas do setor (NORIO, R. & FUKUA, 2001). Outras empresas vêm atendendo o mercado por meio de importações de batata processada, principalmente pré-frita congelada. Mas, tais produtos são cotados a preços elevados no mercado varejista. A indústria nacional poderia fazer frente à concorrência de tais produtos, desde que produzisse também com semelhante padrão de qualidade, o que depende, em grande parte, da disponibilidade de matéria-prima com características essenciais ao processamento industrial.

Além do mercado promissor, o processamento da batata no Brasil ainda conta com outra grande vantagem, que é a produção durante todo o ano. Assim, poderia atender à estabilidade de fornecimento de matéria-prima à indústria sem a necessidade de formação de grandes estoques armazenados em câmaras frias – que oneram os custos de produção.

Conforme Filgueira (2013), nas diversas regiões bataticultoras do país, existem três épocas básicas de plantio: plantio das águas, que vai de setembro a dezembro, é praticado em larga escala em regiões altas; plantio da seca, que vai de fevereiro a abril, é realizado em altitudes medianas; plantio de inverno, que vai de maio a julho, vem sendo praticado em altitudes variadas, mesmo em regiões baixas, com inverno suave e livre de geadas, que pode ser fator limitante.

Mas, apesar dessas vantagens, alguns problemas necessitam ser superados, tais como adaptar a produção à necessidade da indústria, que requer preços constantes e matéria-prima de qualidade, conforme o tipo de utilização, o que demanda cultivares que atendam a tais especificações (POPP, 1994; NORIO, R. & FUKUA, 2001).

### 3.2. Características principais dos tubérculos para fritura

A batata para fritura pode ser destinada para indústria ou consumo residencial e em restaurantes – nestes casos, geralmente, é consumida na forma de palitos fritos. A batata com destino industrial pode ser utilizada para pré-fritura, a qual geralmente é na forma de palitos, mas pode ser frita na forma de *chips* ou palha. De acordo com o destino e utilização, existem características que são gerais e outras que são específicas. As principais características gerais são olhos superficiais, alto teor de matéria seca e o baixo teor de açúcares redutores. As características específicas que devem ser consideradas são o tamanho, o formato, cor da polpa, cor e textura da periderme.

Bradshaw (1994) apresenta as várias características de importância que os tubérculos destinados ao processamento na forma de fritura devem ter, classificando-as em ordem de importância. Porcentagem de matéria seca e o conteúdo de açúcares são de alta importância para a obtenção de produtos com padrão de qualidade exigido pelo mercado.

Resta ainda considerar que os tubérculos para qualquer tipo de consumo não podem apresentar podridões, defeitos internos – como mancha chocolate ou coração oco – e defeitos externos – como rachaduras e embonecamento – pois comprometem a qualidade do produto final e o rendimento.

#### 3.2.1 Matéria seca

A matéria seca dos tubérculos favorece a qualidade final do produto, conferindo-lhe menor absorção de óleo, melhor rendimento, que é a proporção entre o volume de matéria-prima utilizado e o volume de produtos obtidos após a fritura e, no caso de fatias fritas, garantindo-lhe a crocância (ZORZELLA, C. A.; VENDRUSCOLO, 1999). Tubérculos com boa qualidade de fritura devem possuir alto teor de matéria seca, para a produção industrial de *chips*, palha e palitos, este teor deve ser de 20% a 24%, que equivale a um peso específico de 1,080 a 1,095 (PEREIRA, 2000).

O teor de matéria seca dos tubérculos é uma característica que depende do genótipo de cada cultivar, mas existem vários fatores ambientais que podem afetá-lo (TALBURT, W. F.; SMITH, 1975b). Em geral, quando o desenvolvimento da folhagem é estimulado, há um

decréscimo no teor de matéria seca dos tubérculos, sendo o contrário também verdadeiro. Altas temperaturas, especialmente à noite, quando as plantas estão respirando e, portanto, gastando uma quantidade maior de energia, diminuem o teor de matéria seca. Isso explica porque tubérculos colhidos em condições de baixas altitudes apresentam menor teor de matéria seca que os colhidos em condições de altas altitudes, quando se utiliza a mesma cultivar (MENEZES et al., 2001; MANRIQUE, 1989; FONTES, P. C. R. & FINGER, 1999; MALIK et al., 1992 e CACACE, J. E.; HUARTE, M. A.; MONTI, 1994). A redução do ciclo da planta, a incidência de doenças e aplicações excessivas de adubos nitrogenados e potássicos são outros fatores que também podem promover a redução do teor de matéria seca dos tubérculos de batata (WESTERMANN et al., 1994).

O teor de matéria seca dos tubérculos é determinado pelas relações entre o seu peso *in natura* e seu peso seco, ou seja, após secagem em estufa com circulação de ar à temperatura de 60°C, até o peso ficar constante (RIBEIRO, 2010). Esta forma de determinar o teor de matéria seca é um processo pouco usado nas etapas iniciais dos programas de melhoramento da batata, por ser um método trabalhoso e destrutivo. A conservação dos tubérculos é essencial, principalmente nas fases iniciais dos programas de melhoramento, já que, geralmente, nestas fases, cada genótipo é representado por poucos tubérculos os quais são de grande importância para o plantio dos experimentos com tamanho de parcelas e número de repetições ideais para uma maior precisão.

De acordo com Schippers (1976), existe uma correlação direta entre o peso específico e o teor de matéria seca dos tubérculos, em que:

$$\%Matéria\ seca = -217,2 + 221,2 (\textit{peso\ específico}).$$

O peso específico dos tubérculos pode ser determinado facilmente por metodologias simples, tais como soluções salinas com concentrações conhecidas ou pela relação entre o peso no ar e o peso na água de um mesmo volume de tubérculos. A vantagem destes métodos é que, além de serem simples, são não destrutivos. Montaldo (1984) descreve estas duas metodologias, sendo que o peso específico pode ser encontrado pela seguinte fórmula:  $\text{Peso específico} = \text{peso ao ar} / (\text{peso ao ar} - \text{peso em água})$ . O mesmo autor recomenda a utilização de soluções salinas com densidades variando entre 1,055 a 1,110, sendo doze soluções com intervalo de 0,005, para a determinação do peso específico de tubérculos. É considerado como o peso específico de um

tubérculo aquele correspondente à última solução em que tal tubérculo afundou, isso quando são colocadas em ordem crescente de concentração.

Trabalhos realizados por Pinto et al. (2001) confirmam a eficiência da utilização do peso específico para se determinar o teor de matéria seca dos tubérculos de batata. Os coeficientes de correlações encontrados para os experimentos realizados em Lavras, MG, mostram que não há necessidade de se estimar uma equação específica a este ambiente para a determinação da matéria seca dos tubérculos. Isso porque os métodos já descritos na literatura se adaptam bem a tais condições. Também apresentam uma correlação satisfatória entre os vários métodos geralmente utilizados para a determinação do teor de matéria seca, tais como os de Smith (1968) e Schippers (1976).

Conforme Bradshaw (1994), o controle genético do teor de matéria seca dos tubérculos é complexo e a expressão deste caráter é muito influenciada pelo ambiente, em especial o local e época de cultivo. Segundo Barbosa & Pinto (1998), os efeitos aditivos dos genes são importantes para este caráter. Assim, existem evidências de que o cruzamento com, pelo menos, um dos genitores com alto peso específico de tubérculos aumentará consideravelmente a possibilidade de obtenção de famílias com médias satisfatórias, o que aumentará também a probabilidade da obtenção de clones com alto potencial para esta característica.

### **3.2.2 Açúcares redutores**

A concentração de açúcares redutores nos tubérculos de batata influencia diretamente na coloração do produto após a fritura, devido à reação de Maillard (PEREIRA& COSTA, 1997; BRADSHAW, 1994). A reação entre estes açúcares e os aminoácidos, que leva ao escurecimento do produto final, influencia grandemente sua qualidade. Assim, teor de 0,1% de açúcares redutores nos tubérculos é o ideal para a fritura e acima de 0,33% são inaceitáveis. Segundo Melo (1999) e Pereira (2000), o teor de açúcares redutores nos tubérculos de batata indicado para indústria de batata frita deve ser abaixo de 0,2%.

Pereira & Costa (1997) avaliaram diretamente a coloração das fatias de batata após a fritura em gordura hidrogenada com temperatura entre 170°C e 180°C, até cessar de borbulhar, comparando-as com tabelas ilustrativas da “Potato Chip & SnackFoodAssociation” dos Estados Unidos. A escala variou de 1 a 5, sendo que *chips* com escores iguais ou inferiores a 2,5 foram considerados aceitáveis comercialmente. Quando os teores de açúcares redutores nos tubérculos



são menores que 60 mg/100g, ou seja, abaixo de 0,06%, considera-se que somente a concentração de açúcares redutores irá explicar pouco a coloração dos *chips*. Pois, nesta situação, outros constituintes terão grande influência, tais como o teor de ácido ascórbico e de glutamina (SAONA & WROLSTAD, 1997).

Embora a tendência em acumular menor ou maior quantidade de açúcares redutores nos tubérculos seja uma característica com considerável influência genética, existe uma série de fatores ambientais que também podem influenciar. O grau de maturação dos tubérculos na colheita, as condições climáticas e nutricionais de cultivo são exemplos desses fatores. O teor de açúcares redutores diminui com a maturação dos tubérculos. Em geral, todos os fatores que contribuem para o retardamento da maturação da planta contribuem também para aumentar o teor de açúcares redutores dos tubérculos (MELO, 1999). O tempo e as condições em que os tubérculos ficam armazenados em câmara fria influenciam diretamente na coloração da batata após a fritura, já que estas condições promovem a conversão de amido em glicose (COPP et al., 2000).

Existem diversos métodos para a determinação do teor de açúcares redutores. O método químico proposto por Somogyi, modificado por (NELSON, 1944), geralmente é muito usado. Porém, é oneroso e difícil de ser aplicado em programas de melhoramento, em que uma grande quantidade de genótipos deve ser avaliada de maneira prática, econômica e rápida. Assim, para solucionar o problema, Neele & Lowes (1989) propuseram a utilização de glico-fitas, geralmente utilizadas na determinação dos teores de glicose na urina e sangue humano, já que a glicose é o principal açúcar redutor que influencia na coloração das fatias de batata após a fritura. O grande problema é que o sumo da batata geralmente possui teores bem acima daqueles encontrados na urina ou sangue humano.

O tipo de herança do teor de açúcares redutores em tubérculos de batata é considerado complexo (BRADSHAW, 1994a). Este conhecimento é importante para a escolha dos genitores de um programa de melhoramento em que este caráter for considerado. Por ser uma característica controlada por vários genes e muito influenciada pelo ambiente, ou seja, quantitativa, os ganhos com a seleção podem ser obtidos gradativamente (LOVE et al., 1998).

### 3.2.3 Tamanho e formato dos tubérculos

Em qualquer forma de consumo, além das qualidades internas, o formato e o tamanho dos tubérculos são importantes para uma boa aceitabilidade da batata no mercado nacional. Na produção de *chips*, para obter um bom rendimento e um bom aspecto final do produto, é necessário que os tubérculos sejam preferencialmente redondos e ainda levemente achatados ou ovalados, grandes, com diâmetro transversal de 55 a 60 mm (BARBOSA, 2011; MELO; BUSO; LOPES, 2006). Tubérculos pequenos geram fatias pequenas, algumas delas fora dos padrões comerciais. No caso de produção de palitos franceses, os tubérculos devem ter formato alongado e serem graúdos, para produzirem palitos longos (ALMEIDA, 2005; MELO, 1999). Já para a batata palha, o formato e o tamanho dos tubérculos não são características determinantes, embora o rendimento, quando se utilizam tubérculos graúdos, seja maior e, proporcionalmente, haja menor perda. Por outro lado, tubérculos menores são mais baratos e, conseqüentemente, pode tornar-se mais lucrativa a sua utilização.

Embora o formato do tubérculo seja distinto de cada genótipo, observam-se variações mesmo dentro de uma mesma planta. Todavia, como são feitas separações por meio de peneiras com diferentes malhas, cada cultivar possui formato bem peculiar de seus tubérculos comerciáveis. Conforme De Jong & Burns (1993), o formato dos tubérculos é uma característica fortemente determinada pelo genótipo e pouco influenciada pelo ambiente. Quando o genótipo possui o formato predominante desejável, os principais cuidados para se evitar a produção de tubérculos deformados seriam o suprimento ideal de água durante a fase de enchimento dos tubérculos e adequado preparo do solo.

Uma maneira de se estudar o formato dos tubérculos de batata, recomendada por Bradshaw (1994b) e utilizada por Barbosa e Pinto (1997), é utilizando-se o índice de formato. Este pode ser determinado pela razão entre o comprimento e o diâmetro transversal maior e também pela relação entre o diâmetro maior e o diâmetro menor. Essas medidas podem ser feitas por meio de paquímetro, utilizando uma amostra de 3 a 5 tubérculos representativos e comercializáveis de cada clone. Esta metodologia apresenta a vantagem de permitir a realização de uma análise quantitativa do formato dos tubérculos para seleção, em vez de uma análise subjetiva, baseada na visão. No entanto, essa metodologia acaba sendo muito onerosa quando se pretende avaliar um grande número de genótipos. Dessa maneira, o uso de escalas de notas

apesar da subjetividade apresenta vantagem quando o número de genótipos a serem avaliados é muito grande.

Existem também vários fatores ambientais que podem influenciar o tamanho dos tubérculos de batata. Alta densidade de plantio e fatores que promovam a redução do ciclo da planta reduzem o tamanho de tubérculos. Além disso, o tamanho do tubérculo-semente utilizado e as condições nutricionais do solo são também fatores de grande importância na produção de tubérculos graúdos (FILGUEIRA, 2000).

Um estudo da herança do formato de tubérculo, realizado por De Jong & Burns (1993) em batata diploide, indica que o controle é realizado por um gene de grande efeito e um número desconhecido de modificadores, em que o formato redondo é dominante sobre o longo.

Barbosa e Pinto (1997) concluíram que tanto efeitos aditivos e não aditivos são responsáveis pelo controle genético de formato de tubérculo. Contudo, os efeitos aditivos apresentaram uma tendência de serem de maior importância. Verificaram neste trabalho através de um dialelo parcial, tendência de que os cruzamentos entre pais com médias acima do respectivo grupo resultaram em híbridos com médias superiores à média geral dos híbridos, principalmente para a relação comprimento/diâmetro maior. Portanto, evidencia-se a importância da escolha correta dos genitores.

### **3.3. Melhoramento visando à indústria de batata *chips***

A batata é uma espécie propagada de forma assexuada, portanto uma cultivar de batata é um conjunto de indivíduos geneticamente idênticos. A obtenção de novas cultivares através do melhoramento genético é tarefa de longo prazo e requer intensa dedicação de pesquisadores, que atuam em várias áreas, tais como: genética, fisiologia, estatística, botânica, bioquímica, fitopatologia, entomologia, biologia molecular, agronomia; estes devem trabalhar em equipe, facilitando a identificação de cultivares promissoras (BORÉM; MIRANDA, 2013). Um programa de melhoramento de batata envolve alguns passos: seleção de genitores para compor o bloco de cruzamentos, realização de cruzamentos, e posteriormente, seleção dos melhores clones.

De acordo com Pinto (1999), várias características podem ser melhoradas através do melhoramento genético: produtividade de tubérculos; resistência a doenças viróticas, fungicas e

bacterianas; teor de matéria seca; aparência de tubérculos; entre outros. Sendo praticamente impossível conciliar todas as características em uma única cultivar. Uma cultivar de batata destinada ao processamento na forma de chips deve possuir formato redondo, alto teor de matéria seca, baixo teor de açúcares redutores e olhos rasos. No entanto, para que esta cultivar seja aceita no mercado deve apresentar vantagens sobre aquelas já utilizadas, como maior produtividade, resistência a doenças e tolerância a estresses abióticos.

A escolha dos genitores é um passo fundamental para o sucesso do programa de melhoramento, estes por sua vez devem possuir boa capacidade de combinação e alto desempenho médio – além disso, os genitores não devem ser aparentados (NEELE et al., 1991). Informações como capacidade geral e específica de combinação, são parâmetros importantes para auxiliar o melhorista na seleção de genitores bem como estudar os efeitos genéticos envolvidos na determinação de caracteres (BROWN; DALE, 1998). Um outro passo importante no melhoramento de batata é a seleção clonal, esta pode ser feita já na geração *seedling* para caracteres que possuam alta herdabilidade, como o formato (De Jong & Burns 1993), sendo a espécie propagada vegetativamente, não ocorre segregação quando se avança uma geração clonal. Para caracteres cujo controle genético se dá por muitos genes (caráter quantitativo) e que sofrem grande influência do ambiente, a seleção deve ser feita mediante vários experimentos em vários locais a fim de se verificar o verdadeiro valor genético de cada genótipo avaliado (BRADSHAW, 1994). Neste contexto, verifica-se que o sucesso de um programa de melhoramento depende do uso correto de estratégias de seleção na obtenção de genótipos superiores.

### **3.3.1. Cruzamentos dialélicos**

De acordo com Ramalho (2012), o termo dialelo refere-se a todos os casos em que  $n$  genitores são cruzados 2 a 2. Eles podem ser empregados com algumas finalidades, entre elas: na escolha de genitores, na obtenção de informações do controle genético de caracteres e na predição de compostos - cultivares sintéticas. Os tipos de dialelos variam, e os mais utilizados são:

- a) Dialelos completos ou balanceados: são os dialelos que incluem os híbridos nas gerações  $F_1$  ou  $F_2$ , ou qualquer outra geração entre todos os pares de combinações dos genitores.
- b) Dialelos parciais: são assim denominados aqueles dialelos que envolvem dois grupos de genitores. Tem como vantagem a possibilidade de incluir maior número de genitores.
- c) Dialelos circulantes: são incluídos nessa categoria os dialelos em que os genitores são representados nas combinações híbridas em número menor de cruzamentos que nos demais tipos. Por isso, para ser denominado circulante o número de vezes que um genitor participa dos cruzamentos é sempre inferior a  $n-1$ . Suponhamos que tenhamos  $n$  genitores e  $s$  o número de combinações híbridas que cada genitor participa, sendo  $s < n-1$  e  $s \geq 3$  para dialelos que incluem apenas os híbridos e  $s \geq 2$  quando são incluídos também os genitores. O número total de cruzamentos é fornecido por  $ns/2$ . Para se obter todas as combinações necessárias o  $s$  tem que ser par, se  $n$  for um número ímpar e  $s$  deve ser ímpar se  $n$  for par.
- d) Dialelos desbalanceados: são aqueles em que algumas das combinações híbridas programadas não foram obtidas.

Em batata é comum se utilizar de dialelos desbalanceados, devido a problemas de infertilidade. Dessa forma, vários cruzamentos não são obtidos (NEELE; NAB; LOUWES, 1991).

O método de análise dos dialelos mais utilizado é o de Griffing (1956). Este método tem por finalidade estimar a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação dos genitores. Em que a CGC é a habilidade de um genitor produzir progênes com dado comportamento quando cruzado com uma série de outros genitores (efeitos aditivos) e a CEC se refere ao comportamento de uma combinação específica (efeitos não aditivos). Neste método o efeito dos genitores pode ser fixo ou aleatório. No entanto em muitos casos onde o efeito genético pode ser considerado aleatório, estes são comumente analisados utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários, onde estes efeitos são incluídos na matriz de incidência dos efeitos fixos. Na prática, isto impossibilita a utilização da metodologia dos modelos mistos. Assim torna-se necessário empregar uma abordagem usando as equações de modelos mistos propostas por Henderson (1949).

### 3.3.2. Método de análise dialélica de Griffing (1956)

No esquema dialélico, os  $p$  possíveis genitores podem ser reunidos em uma matriz ( $p \times p$ ) e divididos em três grupos:  $p$  genitores;  $p(p-1)$  progênies;  $p(p-1)/2$  recíprocos. De acordo com a inclusão, ou não, dos genitores e híbridos recíprocos, esta metodologia pode ser classificada em quatro métodos de análise:

- a) Método 1: são incluídas todas as  $p^2$  combinações;
- b) Método 2: são incluídas  $p(p+1)/2$  combinações, excetuando os recíprocos;
- c) Método 3: são incluídas  $p(p-1)$  combinações, excetuando os genitores;
- d) Método 4: são incluídas  $p(p-1)/2$  combinações, excetuando os genitores e os recíprocos.

Inicialmente, os genótipos que compõem o dialelo são avaliados em experimentos, com repetições, seguindo delineamento experimental adequado. Realiza-se uma análise de variância da forma usual, e, então, efetua-se a análise dialélica, que basicamente consiste em decompor a soma de quadrados de tratamentos em somas de quadrados de interesse.

Segundo Gopal (1998), em relação às capacidades de combinação, a aplicação de alguns modelos biométricos em batata é dificultada devido à herança tetraploide e a uma alta heterozigosidade. Sobre a dificuldade de aplicação destes modelos, Barbosa e Pinto (1998) ainda complementam que a teoria genético-biométrica pressupõe que a herança seja dissômica e a base da população das quais os pais são amostrados esteja em equilíbrio panmítico ou consista de linhagens endogâmicas. No entanto, Bradshaw (1994) cita que os efeitos da CGC e CEC servem de importantes parâmetros no melhoramento de batata, porém, esses parâmetros não devem ser usados para estimar os componentes da variância genética: variância dos efeitos aditivos ( $\sigma_A^2$ ) e a variância dos efeitos dominantes ( $\sigma_D^2$ ), por causa das covariâncias entre A e D em uma população que não está em equilíbrio.

De acordo com Barbosa e Pinto (1998) quando há predomínio da CGC o desempenho das progênies pode ser previsto sem a realização dos cruzamentos e avaliação dos híbridos. Não existe consenso na literatura sobre o predomínio dos efeitos da CGC ou da CEC, para produtividade de tubérculos, peso específico e caracteres de aparência. Neele, Nab e Louwes (1991) sugeriram que a CEC tende a ser mais importante que a CGC em cruzamentos

envolvendo pais relacionados. Bradshaw (1994) relata que, de modo geral, os valores das capacidades de combinação têm influenciado em proporções variadas os caracteres de importância agrônômica em batata. A importância relativa da CGC e CEC depende da constituição genética dos genitores envolvidos nos cruzamentos, assim como da característica avaliada, do delineamento experimental utilizado e também das condições ambientais (MARIS, 1989; MANIVEL et al., 2010). Silva et al. (2009) concluíram que a importância da CGC e CEC depende da população e dos caracteres envolvidos no estudo.

O método de análise dialélica é o mais utilizado na cultura da batata existindo diversos estudos sendo empregada em diversos trabalhos para estimação das capacidades de combinação (NEELE et al., 1991; GOPAL, 1998; BARBOSA; PINTO, 1998; ORTIZ; ORTIZ; GOLMIRZAI, 2004; GALARRETA et al., 2006; SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2009; MANIVEL, 2010; RIBEIRO, 2014; GUEDES et al., 2016). Em todos estes estudos o modelo da análise continha apenas efeitos fixo ou aleatórios, não sendo encontrado nenhum trabalho que contemplasse os chamados modelos mistos.

### **3.3.3. Método de análise via modelos mistos**

A metodologia de modelos mistos foi proposta inicialmente por Henderson (1949), em que consiste na predição dos valores genéticos, considerados aleatórios, corrigidos para os efeitos fixos do modelo. Através deste método, pode ser obtido o melhor preditor linear não viesado (BLUP) dos valores genéticos de cada indivíduo (efeitos aleatórios) – além disso, há como obter o melhor estimador linear não viesado (BLUE) dos efeitos fixos (HENDERSON, 1974 e 1975).

A forma comumente utilizada da análise dialélica admite que os valores genéticos são fixos, o que pode induzir a distorções nas avaliações e influir na obtenção de estimativas dos valores genéticos (HENDERSON, 1974, 1975 e 1984). Martins (1995) e André (1999) argumentam que, se considerarmos a segregação alélica, em que cada genótipo é um veículo de alelos que segregam e se unem para formar novos genótipos, temos que os indivíduos tirados de cada cruzamento representam uma amostra dos possíveis descendentes. No caso de linhagens endogâmicas, isso não é verdadeiro, uma vez que elas não produzem gametas com alelos

segregantes. Em batata, o emprego de modelos mistos na determinação dos valores genéticos deve ser preferencialmente utilizado devido à alta heterozigosidade presente nos genitores.

Henderson et al. (1959) apresentam como obter o melhor preditor linear não viesado (BLUP) dos efeitos aleatórios do modelo misto, através da maximização da função densidade probabilidade conjunta de  $y$  e  $g$ , em relação aos efeitos fixos e valores genéticos.

Tomando o modelo misto, assume-se que:

$$\begin{bmatrix} y \\ g \\ \varepsilon \end{bmatrix} = N \left( \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} ZGZ' & ZG & R \\ GZ' & G & \Phi \\ R & \Phi & R \end{bmatrix} \right)$$

0: Vetor nulo;

$\Phi$ : Matriz nula;

$G = A\sigma_g^2$ , em que  $A$  é a matriz que indica o quanto os indivíduos são associados geneticamente (matriz de parentesco) e  $\sigma_g^2$  é a variância genética;

$R$ : Matriz de variâncias e covariâncias residuais;

Henderson (1984) evidencia a superioridade teórica do BLUP como preditor de valores aleatórios. Esta superioridade tem sido demonstrada em trabalhos de simulações, como por exemplo, Sorensen e Kennedy (1984); Panter e Allen (1995a e 1995b); Jeyaruban et al. (1995), Bueno Filho (1997), André (1999).

White & Hodge (1989) e André (1999) apresentam várias propriedades úteis do BLUP, referentes ao melhoramento genético vegetal, dentre as quais destacam-se:

- a) estimação e predição não-viesadas num procedimento único;
- b) pode-se levar em conta efeitos de seleção e de endogamia ao longo das gerações, desde que o grau de relacionamento genético (parentesco) entre os indivíduos avaliados seja conhecido;
- c) a correlação entre os valores genéticos verdadeiros e os preditos é máxima dentre as classes de preditores lineares não viesados;
- d) pode-se predizer o valor genético de indivíduos (observados ou não);
- e) as variâncias e os erros do melhor preditor linear não viesado (BLUP) são menores em relação a outros métodos;



Nas últimas décadas, o método REML tem-se tornado o método preferido para estimação de componentes de variância e covariâncias. Esta escolha deve-se, não apenas às propriedades estatísticas desejáveis que o método apresenta, mas também à grande evolução dos recursos computacionais disponíveis, ao desenvolvimento e adaptação de algoritmos especializados, explorando características específicas da estrutura dos dados ou do modelo de análise, e a utilização de uma variedade de técnicas numéricas (ANDRÉ, 1999).

Sorensen e Kennedy (1984) simularam populações com características semelhantes à de suínos, comparando a eficiência entre dois métodos de seleção, o método dos mínimos quadrados ordinários e o BLUP. Após três gerações, foram avaliados os ganhos obtidos com a seleção em cada um dos métodos. Os autores observaram que as estimativas de ganho com a seleção obtidas a partir do método BLUP foram sempre superiores às obtidas pelo método dos mínimos quadrados ordinários. Além disso, os ganhos estimados pelo método BLUP se ajustaram melhor às estimativas de ganho quando seleção era feita utilizando os verdadeiros valores genéticos.

Panter e Allen (1995a) estudaram a eficiência dos métodos de mínimos quadrados ordinários e BLUP, na identificação de linhagens superiores em cruzamentos de variedades de soja. Os autores simularam situações com igual número de dados em cada sub-classe (balanceamento dos dados), e também situações de desbalanceamento. Em todas as situações estudadas, o BLUP apresentou menor erro padrão, maiores valores de correlação entre os valores preditos e o desempenho dos cruzamentos avaliados em campo, bem como maior porcentagem de identificação de cruzamentos superiores dentre os realizados.

Ticona-Benavente e Silva Filho (2015) realizaram simulações de diferentes intensidades de seleção em famílias clonais de batata e avaliaram a eficiência do método BLUP/REML e do método dos mínimos quadrados ordinários. Os autores observaram que, o método BLUP/REML foi significativamente mais eficiente quando o índice de seleção era superior a 50% a nível de família para produção de tubérculos. Para seleção clonal o método BLUP/REML apresentou maior eficiência para índices de seleção de 10 a 90%.

Panter e Allen (1995b), ao comparar dois modelos de BLUP (com e sem a inclusão da informação de parentesco genético das linhagens utilizadas nos cruzamentos) com o método dos mínimos quadrados ordinários para a predição de cruzamentos em soja, observaram que os erros padrões das estimativas obtidas pelo método dos mínimos quadrados ordinários foram em média

6% maiores que as obtidas com os modelos de BLUP. No entanto, não foram observadas diferenças marcantes entre os dois métodos de BLUP, sendo que o modelo com informação do parentesco foi ligeiramente maior. De acordo com os autores, estimativas com menores erros associados permitem ao pesquisador uma maior segurança na discriminação dos genótipos, e esta característica do método de análise pode ser traduzida em maiores ganhos com a seleção.

Uma das principais características do melhor preditor linear não viesado (BLUP) é a de utilizar informações de parentesco genético aditivo entre os pares de indivíduos. Os indivíduos mais aparentados têm uma proporção maior de alelos em comum, o que está relacionado ao grau de parentesco (por exemplo, em organismos diploides, o parentesco genético aditivo entre pai e filho é de 0,50, entre meios irmãos 0,25, e assim por diante). Este parentesco é levado em consideração na análise (ANDRÉ 1999), o que pode ser considerada uma vantagem desse método. O termo parentesco genético aditivo refere-se à proporção de alelos idênticos por descendência entre dois indivíduos, sendo equivalente ao dobro do valor do coeficiente de Malécot (VAN VLECK, 1993a).

O BLUP possibilita, além da predição mais precisa do mérito genético, a obtenção do coeficiente de endogamia para todos os indivíduos avaliados, se toda informação de parentesco é fornecida (HENDERSON, 1974 e 1984). Quando se dispõe de pouca ou nenhuma informação de um indivíduo, informações de parentes podem contribuir para a predição do seu valor genético. A magnitude desta contribuição é determinada pelo grau de parentesco entre indivíduos envolvidos na análise, sendo que quanto maior for o grau de relacionamento genético, maior será esta contribuição (WOOD et al., 1991; VAN VLECK, 1993b; PANTER e ALLEN, 1995a).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Material**

Para realização deste trabalho foram feitos cruzamentos dialélicos (Tabela 1) de maio a julho de 2013, originando 31 famílias. Após o tratamento das sementes botânicas em ácido giberélico, estas foram plantadas em casa de vegetação, dando origem a geração *seedling*. A partir dos tubérculos, os genótipos foram multiplicados em campo por duas gerações clonais (C1 e C2), sendo que na segunda multiplicação aproximadamente 15 clones dentro de cada família foram selecionados para o formato redondo – totalizando 491 clones para a realização dos experimentos.

Tabela 1 – Famílias obtidas através de cruzamentos dialélica.

<b>Genitores</b>	GRO 18-09	DGN 40-02	DGN 21-03	SR2 57-02	SR2 07-40	SR1 04-06	RVS 11-03	SR2 57-11
GRO 18-09	-	CCF1	CCF11	-	CCF6	-	CCF7	CCF8
DGN 40-02	-	-	CCF2	CCF3	CCF4	CCF5	-	-
DGN 21-03	-	-	-	-	CCF12	-	CCF13	-
SR2 57-02	-	-	-	-	-	-	-	-
SR2 07-40	-	-	-	-	-	-	-	-
SR1 04-06	-	-	-	-	-	-	-	CCF9
RVS 11-03	-	-	-	-	-	-	-	-
SR2 57-11	-	-	-	-	-	-	-	-
FL 20-27	CCF29	CCF25	CCF14	-	-	-	-	-
Snowden	-	-	-	CCF16	-	-	-	-
FL 18-67	CCF17	CCF27	CCF22	-	CCF30	CCF20	-	-
Atlantic	CCF26	CCF21	CCF18	-	-	CCF28	-	-
Harley	CCF15	CCF23	CCF24	-	-	-	-	-
Chipier	CCF33	CCF32	CCF31	-	-	-	-	-

Fonte: Do autor (2018).

## 4.2. Métodos

### 4.2.4. Avaliação agronômica dos clones

Os 491 clones selecionados foram submetidos a avaliações na safra das águas (janeiro a maio de 2017) e na safra de inverno (maio a setembro de 2017). Os experimentos foram conduzidos no centro de desenvolvimento científico e tecnológico da Universidade Federal de Lavras (latitude: 21°14'43''S, longitude: 44°59'59''W), localizado a 919 metros de altitude. Para as duas avaliações empregou-se o delineamento de blocos aumentos (FEDERER, 1956), com duas testemunhas e 20 blocos. As testemunhas utilizadas foram a cultivar Atlantic e o clone CBM 16-16, sendo a primeira a mais utilizada no processamento de batata *chips*, e a segunda devido ao fato de ser tolerante ao calor. As parcelas foram constituídas de cinco plantas com espaçamento de 0,30m x 0,80m. No plantio foi feita adubação com 1500 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 8-28-16 aplicados no sulco de plantio. A adubação de cobertura foi feita juntamente com a operação de amontoa 30 dias após o plantio com 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 20-0-20. As aplicações de defensivos agrícolas e irrigações foram realizadas conforme cultivos comerciais da região.

Após a colheita foram avaliados os seguintes caracteres:

- a) Produção de tubérculos (g.planta<sup>-1</sup>);
- b) Produção de tubérculos graúdos (g.planta<sup>-1</sup>);
- c) Peso específico de tubérculos;
- d) Produção de matéria seca (ton.ha<sup>-1</sup>);
- e) Formato (nota 1 – redondo a nota 5 – alongado);
- f) Olho (nota 1 – profundo a nota 5 – protuberante).

Para estimação da produção de matéria seca foi utilizada a expressão:

$$PRODMS = \left[ \left( \frac{PRODG * MS}{10000} \right) * 4 \right]$$

Em que:

PRODMS é a produção de matéria seca (ton.ha<sup>-1</sup>);

PRODG é a produção de tubérculos graúdos (g.planta<sup>-1</sup>);

MS é o teor de matéria seca (%) calculado a partir da expressão:

$$MS = 221,2 * \text{Peso específico} - 217,2.$$

Para seleção dos clones, foram obtidas as médias BLUP e comparadas com a média da cultivar Atlantic, usando como principal critério o caráter produção de matéria seca, devido ao fato deste estar intimamente ligado a produção de tubérculos graúdos e o peso específico de tubérculos – características de alta relevância para o processamento de batata *chips*. Após a avaliação, os dados foram analisados utilizando o software ASREML-R (GILMOUR ET. al. 2005) e os gráficos gerados pelo pacote ggplot2 (WICKHAM, 2009) implementado no software R.

#### 4.2.3 Análises estatísticas

Os dados de produção de tubérculos (Prod), produção de tubérculos graúdos (ProdGrad), peso específico de tubérculos (PET), produção de matéria seca (ProdMS), formato e olho foram analisados via abordagem de modelos mistos, visando seleção de genitores e clones. Para estimação dos componentes de variância utilizou-se o método da máxima verossimilhança restrita (REML).

Para análise dos experimentos individuais foi utilizado o seguinte modelo misto:

$$y = X\beta + Z_1b + Z_2g + Z_3s + Z_4c + e ,$$

Em que:

y é o vetor de observações;

$\beta$  é o vetor de efeitos fixos das testemunhas;

b, g, s, c, e são vetores dos efeitos aleatórios das repetições, capacidades geral de combinação (CGC), capacidades específicas de combinação (CEC), dos clones dentro de famílias e dos resíduos.

X, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub> e Z<sub>4</sub> são matrizes de incidência relacionando as observações y aos efeitos das testemunhas, b, g, s e c, respectivamente.

Os efeitos definidos como aleatórios no modelo foram assumidos seguirem distribuição normal com médias e variâncias definidas como:

$$\begin{bmatrix} b \\ g \\ s \\ c \\ e \end{bmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} I\sigma_b^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_g^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_s^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \right)$$

Onde:

$\sigma_b^2$  é o componente de variância associado às repetições;

$\sigma_g^2$  é o componente de variância associado à CGC;

$\sigma_s^2$  é o componente de variância associado à CEC;

$\sigma_c^2$  é o componente de variância associado aos clones dentro de família;

$\sigma_e^2$  é a variância residual.

Após as análises individuais, foi verificado se as variâncias residuais foram homogêneas pelo teste de Hartley (1950).

$$H = \frac{\sigma_{e\max}^2}{\sigma_{emin}^2}$$

Verificada a homogeneidade das variâncias residuais, procedeu-se a análise conjunta, de acordo com o modelo misto:

$$y = X\beta + Z_1b + Z_2g + Z_3s + Z_4c + Z_5gl + Z_6sl + Z_7cl + e$$

Em que:

$\beta$  é o vetor de efeitos fixos das testemunhas, das safras e da interação entre testemunhas e safras;

gl, sl, e cl são os efeitos aleatórios da interação ente safra e CGC, CEC e clones, respectivamente. Os demais efeitos aleatórios possuem o mesmo significado do modelo citado acima;

$Z_5$ ,  $Z_6$  e  $Z_7$ , são matrizes de incidência relacionando as observações  $y$  aos efeitos  $gl$ ,  $sl$  e  $cl$ , respectivamente. As demais matrizes possuem o mesmo significado já mencionado no modelo anterior.

Os efeitos definidos como aleatórios no modelo foram assumidos seguirem distribuição normal com médias e variâncias definidas como:

$$\begin{bmatrix} b \\ g \\ s \\ c \\ gxl \\ sxl \\ cxl \\ e \end{bmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} I\sigma_b^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_g^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_s^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_c^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{gl}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{sl}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_{cl}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \right)$$

Onde:

$\sigma_b^2$  é o componente de variância associado às repetições dentro de safra;

$\sigma_{gl}^2$  é o componente de variância associado a interação entre CGC e safra;

$\sigma_{sl}^2$  é o componente de variância associado a interação entre CEC e safra;

$\sigma_{cl}^2$  é o componente de variância associado a interação entre clones dentro de família e safra;

Os demais componentes de variância foram descritos anteriormente.

Após as análises, foi verificada a significância associada aos efeitos aleatórios pelo teste da razão de verossimilhança (Likelihood Ratio Test). Para verificar a qualidade experimental foram estimados coeficiente de variação experimental (CVe) e acurácia seletiva ( $r_{gg'}$ ) pelos seguintes estimadores:

$$CVe = \frac{\sqrt{\sigma_e^2}}{\bar{y}} \quad r_{cc'} = \sqrt{1 - \left(\frac{PEV}{\sigma_c^2}\right)}$$

Em que:

$\sigma_e^2$  é a variância do erro experimental;



$\bar{y}$  é a média experimental;

$PEV$  é a variância do erro de predição dos BLUP's;

$\sigma_c^2$  é o componente de variância dos clones dentro das famílias;

## **5 RESULTADOS**

### **5.1. Avaliação agrônômica nas safras individuais**

Pelos resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que a safra de inverno apresentou maior precisão experimental, visto que as estimativas de acurácia foram maiores para a grande parte das variáveis avaliadas, exceto para profundidade de olhos e formato de tubérculos. Além disso, os CVe's foram menores para todas as características, exceto para o peso específico de tubérculos (Tabela 2). Para ambos os experimentos, as estimativas de acurácia foram de média e alta magnitude para todos os caracteres avaliados (RESENDE; DUARTE, 2007).

Observa-se que na safra das águas, os componentes de variância associados a CGC diferiram de zero para peso específico, formato de tubérculos e profundidade de olhos. Na safra de inverno, todos os componentes de variância associados a CGC foram significativos (Tabela 2).

Para a CEC, houve significância para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca na safra das águas. Já na safra de inverno, esse componente foi diferente de zero apenas para produção de tubérculos. Para o componente de variância relacionado aos clones dentro de famílias, nota-se que para todos os caracteres ele foi significativo (Tabela 2).

Tabela 2 – Estimativa dos componentes de variância e parâmetros genéticos, para as variáveis: produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, produção de matéria seca, formato e olho.

Parâmetros	PROD <sup>1</sup>		PRODGRAD <sup>1</sup>		PET <sup>2</sup> (10 <sup>-5</sup> )		PRODMS <sup>3</sup>		FORMATO <sup>4</sup>		OLHO <sup>5</sup>	
	Águas	Inverno	Águas	Inverno	Águas	Inverno	Águas	Inverno	Águas	Inverno	Águas	Inverno
$\sigma^2_{\text{bloco}}$	3311,8	3064,3	2269,6	2175,9	0,1339	0,8172	0,15	0,10	0,008	0,0039	0,0000	0,0000
$\sigma^2_{\text{cgc}}$	0,0	2522,4*	0,0	1876,2*	0,7030*	0,9317*	0,00	0,11*	0,0086*	0,0105*	0,0102*	0,0028*
$\sigma^2_{\text{cec}}$	3890,6*	2942,3*	4687,9*	105,1	0,000	0,0391	0,23*	0,00	0,005	0,0017	0,0000	0,0000
$\sigma^2_{\text{clone}}$	28636,6*	20616,8*	28192,1*	20595,1*	2,2446*	3,0991*	1,47*	1,39*	0,1131*	0,0469*	0,1706*	0,0511*
$\sigma^2_e$	51953,9	27342,0	41131,3	24762,3	3,8737	4,6590	2,77	2,21	0,128	0,0908	0,1111	0,0687
PEV	18914,3	12201,3	17271,3	11664,5	1,4505	1,9175	0,98	0,87	0,06	0,03	0,06	0,02
$r_{cc}$	0,58	0,63	0,62	0,65	0,59	0,61	0,57	0,60	0,67	0,57	0,77	0,64
CVe	0,31	0,26	0,37	0,34	0,005	0,006	0,41	0,35	0,14	0,12	0,09	0,06
$h^2_{\text{clone}}$	0,33	0,40	0,38	0,43	0,35	0,38	0,33	0,37	0,44	0,32	0,59	0,42
Média	726,8	623,7	535,4	458,9	1,0675	1,0880	4,06	4,25	2,45	2,35	3,49	3,79

Legenda: <sup>1</sup>Produção de tubérculos (g.planta<sup>-1</sup>) e produção de tubérculos graúdos (g.planta<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Peso específico de tubérculos; <sup>3</sup>Produção de matéria seca (ton.ha<sup>-1</sup>); <sup>4</sup>Formato (nota 1 = redondo a nota 5 = alongado); <sup>5</sup> Olho (nota 1 = profundo a nota 5 = protuberante).

\*Significativo a 5% pelo teste LRT.

Fonte: Do autor (2018).

Vale ressaltar que, devido ao fato de as sementes estarem fisiologicamente velhas para o plantio da safra de inverno, observa-se menores médias experimentais da safra de inverno em relação a safra das águas (Tabela 2).

Ao se observar as estimativas de CGC na safra de inverno (Tabela 3), verifica-se que os clones genitores foram melhores que as cultivares genitoras em contribuir positivamente para a maioria das características, exceto para peso específico de tubérculos. No entanto, os clones RVS 11-03 e SR1 04-06 contribuíram positivamente para o aumento do peso específico dos tubérculos (Figura 1).

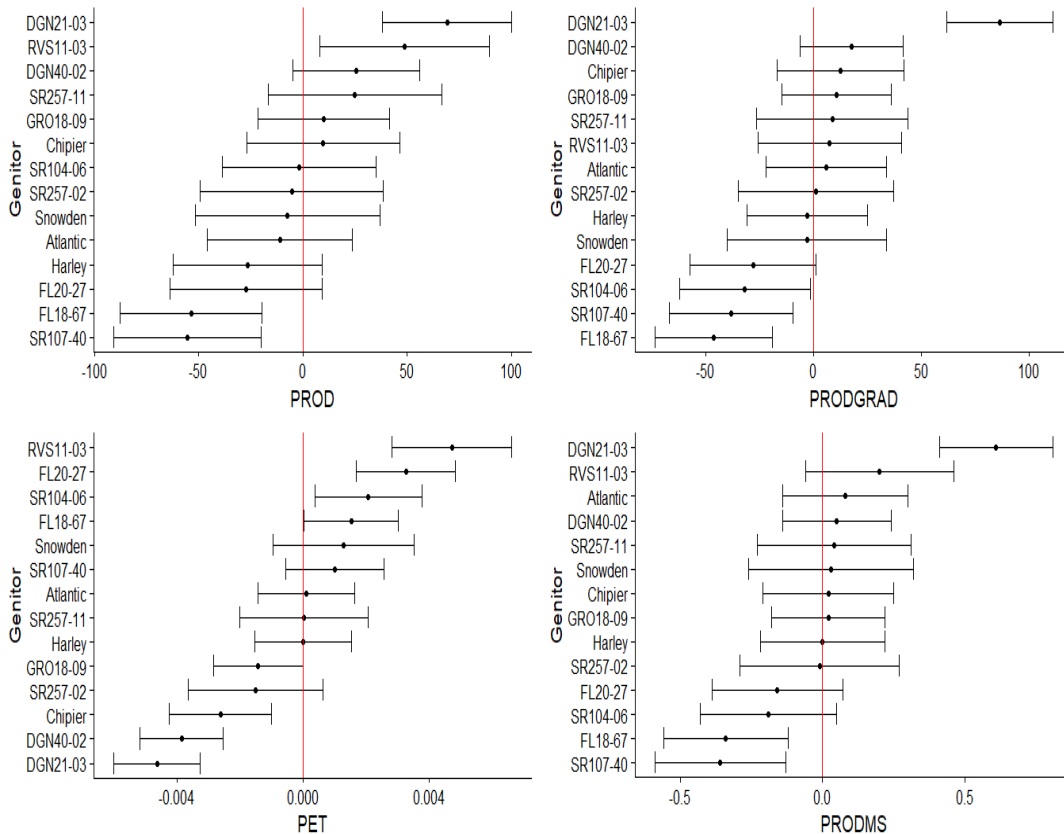
Tabela 3 – Estimativa das CGC na safra de inverno e erros padrões (SE) para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico e produção de matéria seca.

Genitor	PROD <sup>1</sup>	SE	PRODGRAD <sup>1</sup>	SE	PET <sup>2</sup>	SE	PRODMS <sup>3</sup>	SE
DGN 21-03	69,1	31,0	86,5	24,6	-0,00464	0,00138	0,61	0,2
RVS 11-03	48,7	40,6	7,4	33,3	0,00473	0,0019	0,2	0,26
DGN 40-02	25,6	30,4	17,6	24,0	-0,00386	0,00133	0,05	0,19
SR2 57-11	25,0	41,8	8,7	35,0	0,00003	0,00203	0,04	0,27
GRO 18-09	10,1	31,6	10,8	25,4	-0,00142	0,00143	0,02	0,2
SR1 04-06	-1,8	36,9	-31,8	30,4	0,00208	0,00169	-0,19	0,24
SR2 57-02	-5,4	43,8	1,1	36,2	-0,00151	0,00215	-0,01	0,28
SR1 07-40	-55,4	35,4	-38,2	28,8	0,00101	0,00156	-0,36	0,23
Σgi	116,0	-	62,0	-	-0,00358	-	0,37	-
Chipier	9,7	36,7	12,5	29,4	-0,00262	0,00162	0,02	0,23
Snowden	-7,4	44,3	-3,1	37,0	0,00129	0,00224	0,03	0,29
Atlantic	-11,1	34,9	6,0	28,0	0,00011	0,00153	0,08	0,22
Harley	-26,6	35,8	-2,9	27,9	0,00000	0,00154	0,00	0,22
FL 20-27	-27,1	36,5	-28,1	29,1	0,00327	0,00158	-0,16	0,23
FL 18-67	-53,5	34,0	-46,4	27,2	0,00153	0,0015	-0,34	0,22
Σgi	-116,0	-	-62,0	-	0,00358	-	-0,37	-

Legenda: <sup>1</sup>Produção de tubérculos e produção de tubérculos graúdos (g.planta<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Peso específico de tubérculos; <sup>3</sup>Produção de matéria seca (ton.ha<sup>-1</sup>).

Fonte: Do autor (2018).

Figura 1 – Estimativas de CGC na safra de inverno, para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico e produção de matéria seca.



Fonte: Do autor (2018).

Na figura 1, as estimativas de CGC (Tabela 3) foram ranqueadas de forma decrescente com o intuito de facilitar a visualização dos genitores que contribuíram positivamente. Dessa forma, observa-se que o clone genitor DGN 21-03 sedestaca por ter contribuído com um incremento de  $69,1 \text{ g.planta}^{-1}$ ,  $86,5 \text{ g.planta}^{-1}$  e  $0,61 \text{ ton.ha}^{-1}$  para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca, respectivamente.

Para as características de formato de tubérculos e profundidade de olhos, apesar de significativas em ambas as safras (Tabela 2), a contribuição dos genitores não foi muito pronunciada (Tabela 4). Isso porque os genitores utilizados no dialelo foram selecionados por possuírem características favoráveis ao processamento na forma de *chips*, ou seja, formato redondo e olhos rasos, nos quais não se observou muita segregação. Além disso, antes da avaliação dos clones em experimentos foi feita a eliminação de alguns genótipos que apresentaram formato inadequado a esta forma de processamento.

Tabela 4 – Estimativa das CGC e erros padrões (SE) para formato de tubérculos e profundidade de olhos na safra de inverno.

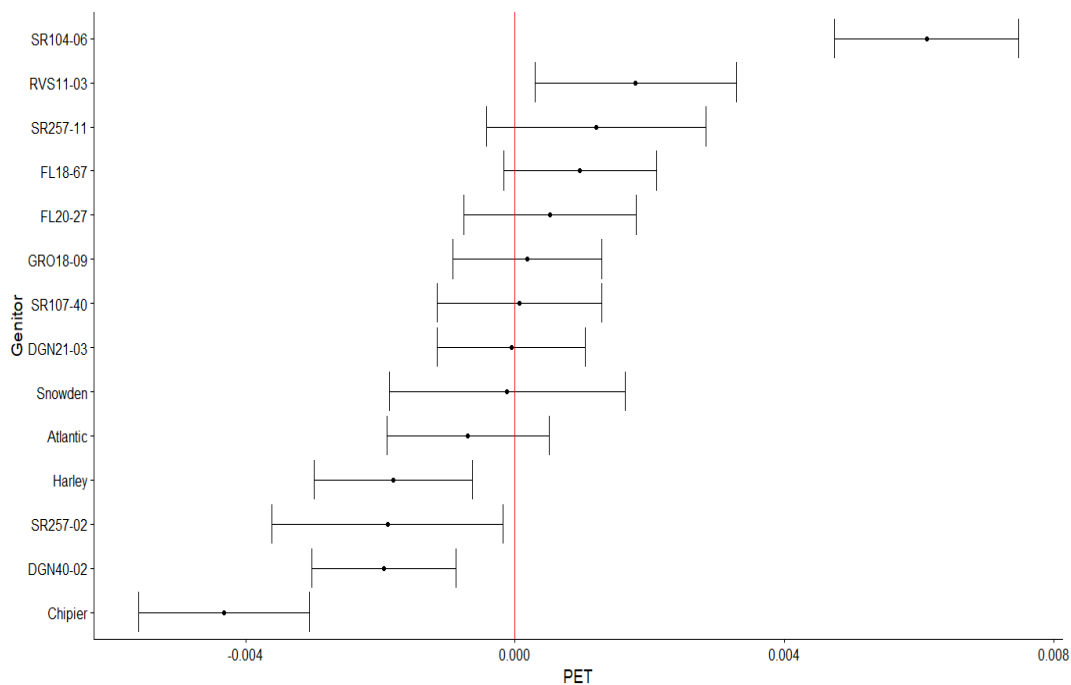
<b>Genitor</b>	<b>FORMATO<sup>1</sup></b>	<b>SE</b>	<b>OLHO<sup>2</sup></b>	<b>SE</b>
Atlantic	0,07	0,06	0,039	0,037
DGN 21-03	-0,07	0,05	-0,023	0,032
DGN 40-02	-0,06	0,05	0,024	0,031
FL 20-27	-0,01	0,06	0,036	0,038
GRO 18-09	0,09	0,05	-0,086	0,032
RVS 11-03	-0,06	0,07	0,002	0,043
SR1 04-06	0,18	0,06	0,004	0,039
SR1 07-40	-0,09	0,06	-0,062	0,037
SR2 57-02	0,07	0,08	-0,009	0,046
Chipier	-0,07	0,06	0,030	0,038
FL 18-67	-0,06	0,05	0,033	0,035
Harley	-0,08	0,06	0,009	0,036
Snowden	0,01	0,08	-0,017	0,046
SR2 57-11	0,09	0,07	0,019	0,045

Legenda: <sup>1</sup>Formato (nota 1 = redondo a nota 5 = alongado); <sup>2</sup>Olho (nota 1 = profundo a nota 5 = protuberante).

Fonte: Do autor (2018).

Assim como no inverno, a contribuição dos genitores para as características formato de tubérculos e profundidade de olhos não foi muito pronunciada na safra das águas. Além disso, apenas para peso específico de tubérculos houve significância quanto à CGC na safra das águas (Tabela 2). As estimativas das CGC são ilustradas na Figura 2, demonstrando que os genitores SR1 04-06 e RVS 11-03 foram os que mais contribuíram para aumentar o peso específico de seus descendentes.

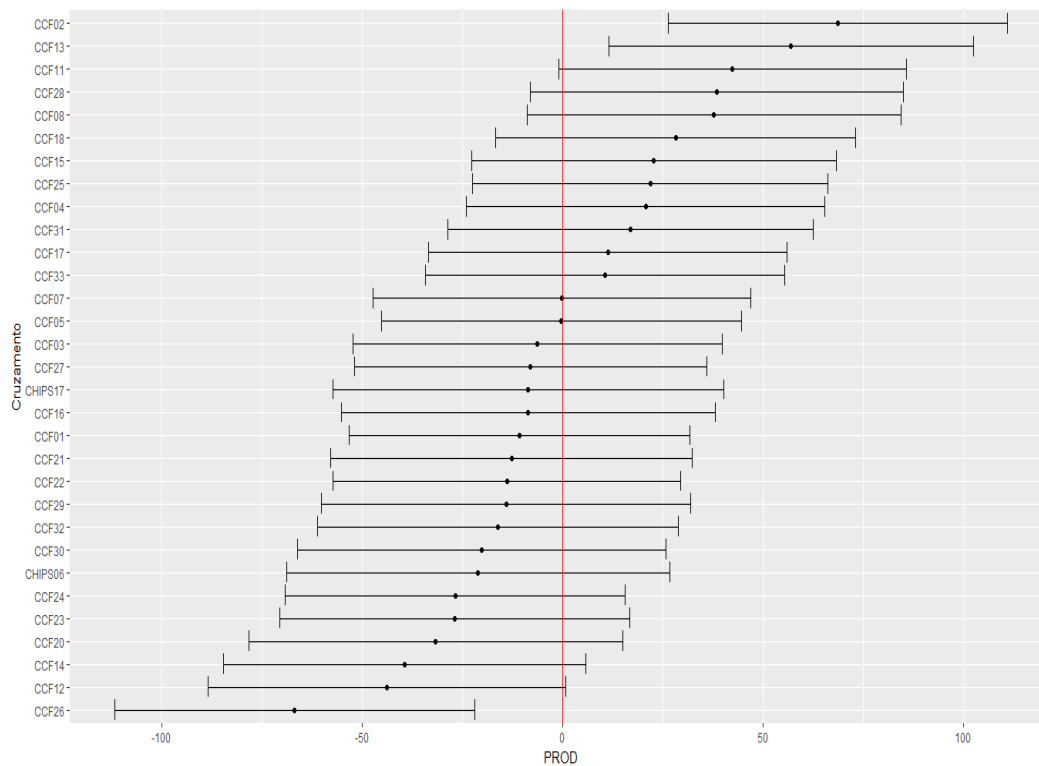
Figura 2 – Estimativas de CGC para peso específico na safra das águas.



Fonte: Do autor (2018).

Com relação a CEC na safra de inverno, foi possível identificar genitores que se complementam bem apenas para a produção de tubérculos. Na figura 3, identificam-se algumas combinações híbridas que contribuíram para o aumento na produção de tubérculos de seus descendentes. Dentre os cruzamentos que contribuíram positivamente, pode-se citar aqueles referentes à família CCF02 (DGN 21-03 X DGN 40-02) e a família CCF13 (DGN21-03 X DGN 40-02).

Figura 3 – Estimativas de CEC para produção de tubérculos na safra de inverno.



Fonte: Do autor (2018).

Na safra das águas, foram identificadas boas combinações híbridas para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca (Tabela 5 e Figura 4). As combinações que contribuirão positivamente para estes três caracteres foram: CCF24 (DGN 21-03 X HarleyBackwell), CCF01 (DGN 40-02 X GRO 18-09) e CCF32(DGN 40-02 X Bacon Chipier).



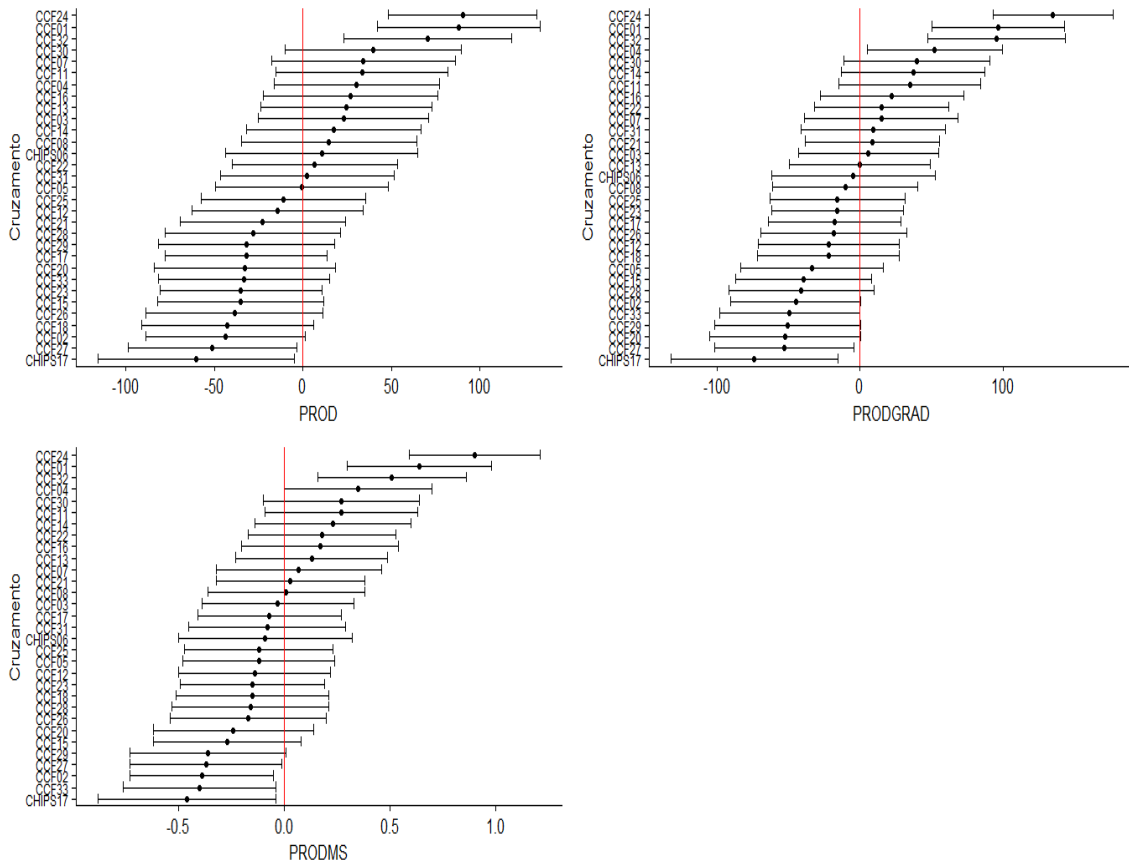
Tabela 5 – Estimativa das CEC na safra das águas e erros padrões (SE) para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca.

<b>Cruzamento</b>	<b>PROD<sup>1</sup></b>	<b>SE</b>	<b>PRODGRAD<sup>2</sup></b>	<b>SE</b>	<b>PRODMS<sup>3</sup></b>	<b>SE</b>
CCF01	87,9	45,9	96,7	46,4	0,64	0,34
CCF02	-43,5	45,0	-44,9	45,4	-0,39	0,34
CCF03	23,0	48,0	5,9	48,9	-0,03	0,36
CCF04	30,3	46,7	52,2	47,4	0,35	0,35
CCF05	-0,7	48,7	-33,8	49,7	-0,12	0,36
CCF07	34,2	51,8	14,8	53,7	0,07	0,39
CCF08	14,8	49,4	-10,5	50,6	0,01	0,37
CCF11	33,3	48,5	34,8	49,5	0,27	0,36
CCF12	-14,5	48,3	-22,0	49,2	-0,14	0,36
CCF13	24,4	48,4	-0,4	49,4	0,13	0,36
CCF14	17,4	49,2	37,1	50,3	0,23	0,37
CCF15	-35,0	46,9	-39,8	47,5	-0,27	0,35
CCF16	26,7	49,2	22,3	50,2	0,17	0,37
CCF17	-32,0	45,7	-17,7	46,2	-0,07	0,34
CCF18	-42,5	48,5	-22,2	49,6	-0,15	0,36
CCF20	-32,7	51,1	-52,3	52,7	-0,24	0,38
CCF21	-22,6	46,5	8,5	47,0	0,03	0,35
CCF22	6,7	46,5	15,0	47,0	0,18	0,35
CCF23	-35,0	45,6	-16,0	46,0	-0,15	0,34
CCF24	90,2	42,0	134,9	41,9	0,90	0,31
CCF25	-10,9	46,5	-15,8	47,1	-0,12	0,35
CCF26	-38,6	49,8	-18,3	51,1	-0,17	0,37
CCF27	-51,0	47,8	-53,3	48,7	-0,37	0,36
CCF28	-28,1	49,5	-41,1	50,7	-0,16	0,37
CCF29	-31,8	49,7	-50,6	51,0	-0,36	0,37
CCF30	39,8	49,8	39,6	51,1	0,27	0,37
CCF31	2,4	49,1	9,2	50,3	-0,08	0,37
CCF32	70,6	47,4	95,5	48,1	0,51	0,35
CCF33	-33,2	48,1	-49,3	49,0	-0,40	0,36
CHIPS06	10,6	54,3	-4,7	57,0	-0,09	0,41
CHIPS17	-60,3	55,3	-73,9	58,3	-0,46	0,42

Legenda: <sup>1</sup>Produção de tubérculos e produção de tubérculos graúdos (g.planta<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Produção de matéria seca (ton.ha<sup>-1</sup>)

Fonte: Do autor (2018).

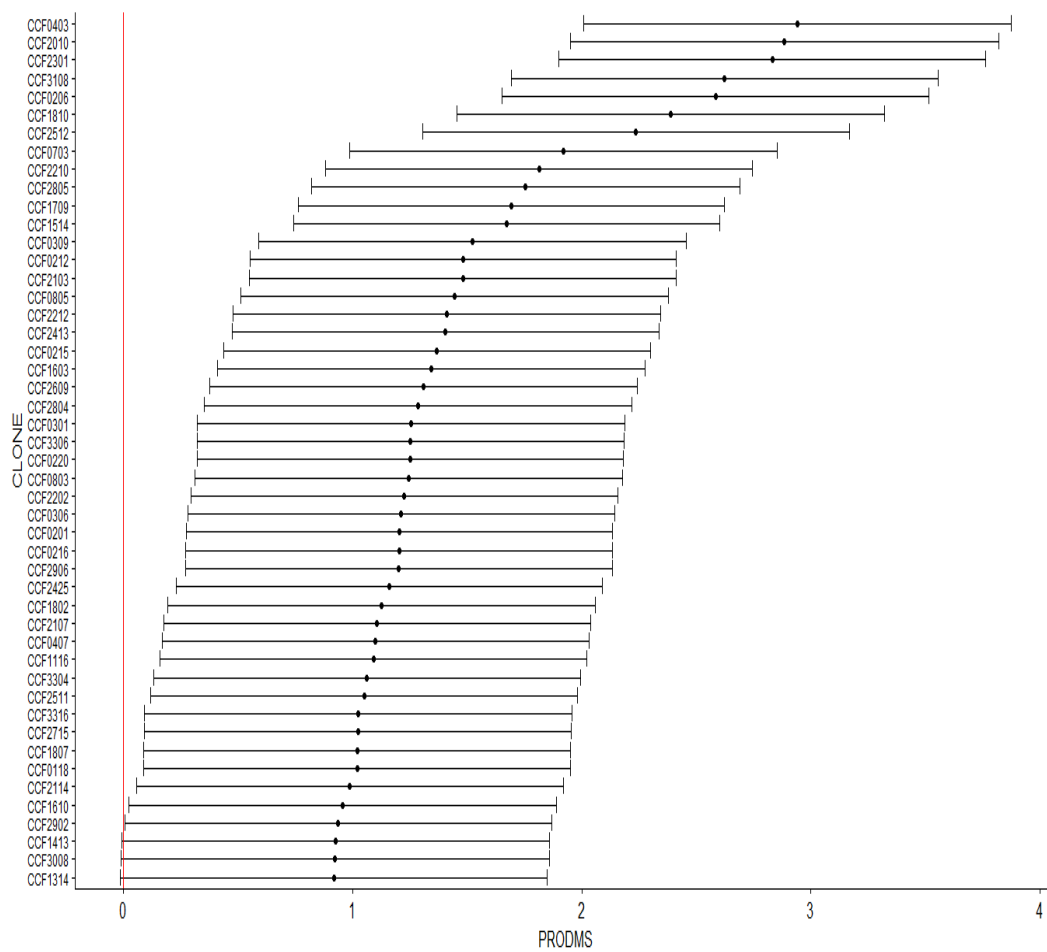
Figura 4 – Estimativas de CEC para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca na safra das águas



Fonte: Do autor (2018).

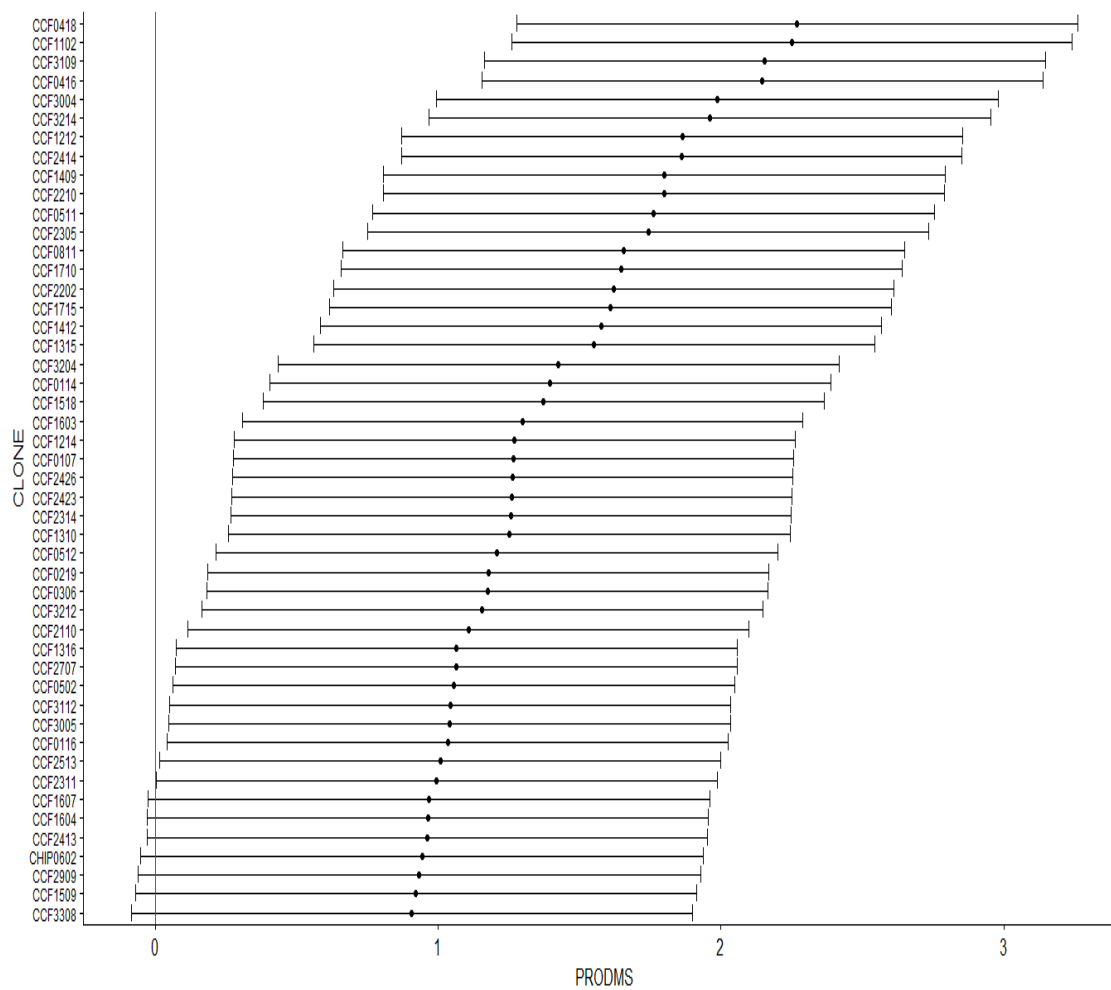
Os clones foram ranqueados de acordo com os BLUP's da produção de matéria seca, em que foram considerados os BLUP's maiores do que zero (Figuras 5 e 6), levando em conta o erro associado à estimativa do BLUP. Este caráter possui alta correlação com a produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e peso específico, sendo as duas últimas as mais importantes para o processamento industrial. Foram identificados 45 clones na safra de inverno e 41 clones na safra das águas que obtiveram BLUP's maiores do que zero. Após identificados no gráfico (Figuras 5 e 6), estes clones foram comparados com a testemunha Atlantic através das médias preditas (Tabelas 6 e 7). Através da média dos BLUP's destes clones pode-se estimar o ganho esperado com a seleção, sendo assim, o ganho esperado com a seleção foi de  $1,49 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  e  $1,47 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  para as safras de inverno e das águas, respectivamente.

Figura 5 – BLUP's dos clones parava produção de matéria seca na safra de inverno.



Fonte: Do autor (2018).

Figura 6 – BLUP's dos clones para a produção de matéria seca na safra das águas.



Fonte: Do autor (2018).

Tabela 6 – Médias previstas dos clones e testemunhas para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, produção de matéria seca, formato e olho na safra de inverno.

CLONE	PROD	PRODGRAD	PET	PRODMS	FORMATO	OLHO
<b>Atlantic</b>	<b>708,6</b>	<b>614,9</b>	<b>1,0936</b>	<b>6,02</b>	<b>2,1</b>	<b>3,8</b>
<b>CBM 16-16</b>	<b>686,2</b>	<b>490,9</b>	<b>1,0941</b>	<b>4,81</b>	<b>2,9</b>	<b>3,9</b>
CCF04-03	1003,2	862,8	1,0859	6,95	2,5	3,9
CCF20-10	908,0	743,5	1,0925	6,89	2,5	3,9
CCF23-01	996,8	784,2	1,0907	6,84	2,6	3,6
CCF31-08	954,1	832,2	1,0864	6,63	2,3	3,9
CCF02-06	880,0	736,4	1,0929	6,59	2,4	3,9
CCF18-10	880,8	719,7	1,0908	6,39	2,7	3,9
CCF25-12	894,7	781,8	1,0830	6,24	2,5	3,9
CCF07-03	855,7	679,0	1,0865	5,93	2,5	3,4
CCF22-10	792,7	685,7	1,0876	5,82	2,5	3,7
CCF28-05	854,3	680,6	1,0861	5,76	2,3	3,9
CCF17-09	777,1	597,2	1,0937	5,70	2,4	3,6
CCF15-14	752,2	592,6	1,0945	5,68	2,3	3,8
CCF03-09	815,3	633,6	1,0891	5,53	2,5	3,7
CCF02-12	785,4	663,8	1,0872	5,49	2,6	3,9
CCF21-03	753,6	625,6	1,0890	5,49	2,3	3,7
CCF08-05	725,9	613,9	1,0883	5,45	2,4	3,8
CCF22-12	726,1	608,5	1,0897	5,42	2,5	4,0
CCF24-13	746,9	597,2	1,0905	5,41	2,3	3,7
CCF02-15	769,8	651,6	1,0869	5,37	2,3	3,9
CCF16-03	722,7	554,7	1,0943	5,35	2,4	3,8
CCF26-09	759,6	607,5	1,0871	5,32	2,2	3,9
CCF28-04	775,8	596,6	1,0880	5,29	2,5	3,7
CCF03-01	746,5	574,6	1,0918	5,26	2,4	3,9
CCF33-06	696,2	566,6	1,0918	5,26	2,4	3,8
CCF02-20	692,4	560,7	1,0932	5,26	2,3	3,9
CCF08-03	731,3	585,5	1,0887	5,25	2,4	3,9
CCF22-02	725,9	583,8	1,0897	5,23	2,4	3,9
CCF03-06	712,1	570,0	1,0917	5,22	2,4	3,7
CCF02-01	673,7	573,0	1,0914	5,21	2,4	3,3
CCF02-16	860,1	549,4	1,0937	5,21	2,3	3,9
CCF29-06	740,1	590,3	1,0884	5,21	2,4	3,9
CCF24-25	742,4	593,3	1,0872	5,17	2,3	3,9
CCF18-02	726,1	560,7	1,0906	5,13	2,2	3,9
CCF21-07	659,0	525,7	1,0951	5,11	2,3	3,7
CCF04-07	796,8	601,7	1,0862	5,11	2,3	3,9
CCF11-16	742,6	594,1	1,0872	5,10	2,2	3,6
CCF33-04	713,4	555,2	1,0902	5,07	2,5	3,8
CCF25-11	672,4	550,1	1,0907	5,06	2,4	3,9
CCF33-16	696,2	582,5	1,0862	5,03	2,3	3,6
CCF27-15	649,6	521,6	1,0946	5,03	2,5	3,9
CCF18-07	752,9	576,9	1,0871	5,03	2,3	3,9
CCF01-18	672,4	523,0	1,0939	5,03	2,3	3,9
CCF21-14	712,7	539,3	1,0914	4,99	2,2	3,7
CCF16-10	705,5	536,5	1,0908	4,96	2,4	3,6
CCF29-02	686,4	505,2	1,0970	4,94	2,5	3,5
<b>Média dos clones</b>	<b>769,7</b>	<b>617,1</b>	<b>1,0900</b>	<b>5,5</b>	<b>2,4</b>	<b>3,8</b>

Fonte: Do autor (2018).

Tabela 7 – Médias previstas dos clones e testemunhas para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, produção de matéria seca, formato e olho na safra das águas.

CLONE	PROD	PRODGRAD	PET	PRODMS	FORMATO	OLHO
<b>Atlantic</b>	<b>630,4</b>	<b>531,3</b>	<b>1,0679</b>	<b>4,04</b>	<b>2,6</b>	<b>2,9</b>
<b>CBM 16-16</b>	<b>926,3</b>	<b>690,3</b>	<b>1,0730</b>	<b>5,56</b>	<b>3,0</b>	<b>3,6</b>
CCF04-18	963,2	826,7	1,0711	6,23	2,1	3,0
CCF11-02	964,2	848,6	1,0689	6,21	3,2	2,6
CCF31-09	1042,7	863,5	1,0684	6,12	2,3	3,3
CCF04-16	1048,2	827,9	1,0698	6,11	3,0	3,4
CCF30-04	985,3	835,1	1,0671	5,95	2,3	3,6
CCF32-14	948,9	809,1	1,0705	5,92	2,7	3,6
CCF12-12	975,5	849,9	1,0653	5,83	3,1	3,9
CCF24-14	929,7	745,9	1,0719	5,82	2,4	3,5
CCF14-09	891,9	715,8	1,0737	5,76	2,8	3,2
CCF22-10	929,3	810,9	1,0670	5,76	2,4	3,2
CCF05-11	945,3	758,1	1,0694	5,72	2,4	3,2
CCF23-05	898,2	751,3	1,0720	5,71	2,6	3,4
CCF08-11	954,0	726,9	1,0719	5,62	2,3	3,7
CCF17-10	860,9	701,7	1,0737	5,61	2,7	4,1
CCF22-02	918,3	750,3	1,0694	5,58	2,3	3,0
CCF17-15	866,3	737,2	1,0703	5,57	2,6	3,4
CCF14-12	921,9	745,0	1,0690	5,54	2,3	3,8
CCF13-15	854,3	726,9	1,0704	5,51	2,7	3,7
CCF32-04	924,6	763,6	1,0681	5,39	2,3	3,8
CCF01-14	891,7	736,3	1,0684	5,36	2,6	3,7
CCF15-18	952,7	743,4	1,0679	5,34	2,7	3,9
CCF16-03	867,7	677,0	1,0717	5,26	2,4	2,9
CCF12-14	862,2	698,4	1,0696	5,23	2,3	3,5
CCF01-07	862,5	700,0	1,0693	5,23	2,7	3,9
CCF24-26	877,3	690,2	1,0703	5,23	2,3	3,9
CCF24-23	870,3	738,3	1,0666	5,22	2,6	3,3
CCF23-14	859,1	695,1	1,0709	5,22	2,5	3,2
CCF13-10	910,0	701,7	1,0691	5,21	2,6	3,7
CCF05-12	899,5	702,2	1,0673	5,17	2,2	3,2
CCF02-19	866,6	665,4	1,0719	5,14	2,3	3,9
CCF03-06	868,3	696,8	1,0694	5,14	2,6	3,5
CCF32-12	930,0	651,1	1,0733	5,12	2,6	3,0
CCF21-10	807,0	666,4	1,0710	5,07	2,7	3,4
CCF13-16	840,1	621,2	1,0746	5,03	2,3	3,5
CCF27-07	970,7	700,6	1,0669	5,03	2,7	3,6
CCF05-02	807,6	666,6	1,0687	5,02	2,7	3,8
CCF31-12	808,2	646,6	1,0718	5,01	2,5	3,3
CCF30-05	913,1	683,0	1,0675	5,00	2,1	3,4
CCF01-16	859,7	663,1	1,0697	5,00	2,2	3,3
CCF25-13	848,9	672,8	1,0688	4,97	2,3	3,5
CCF23-11	830,9	649,9	1,0713	4,96	2,8	3,8
<b>Média dos clones</b>	<b>903,1</b>	<b>728,3</b>	<b>1,0699</b>	<b>5,4</b>	<b>2,5</b>	<b>3,5</b>

Fonte: Do autor (2018).

Para a safra de inverno, observa-se que houve superioridade dos clones em relação a Atlantic para produção de tubérculos (8%) e produção de tubérculos graúdos (0,35%), enquanto que para produção de matéria seca e peso específico a testemunha foi superior aos clones (Tabela 6). Isso ocorreu porque, como já comentado anteriormente, as sementes utilizadas na safra de inverno estavam fisiologicamente mais velhas. Ao contrário, as sementes da cultivar Atlantic, as quais foram fornecidas pela empresa Terra Viva, apresentavam boa idade fisiológica para o plantio. No entanto, apesar deste fato, pode-se destacar alguns clones que foram superiores a testemunha: CCF 04-03, CCF 20-10, CCF 23-01, CCF 31-08, CCF 02-06, CCF 18-10 e CCF 25-12 (Tabela 6). Estes clones superaram em aproximadamente 10% para produção de matéria a testemunha, foram superiores também com relação à produção de tubérculos e produção de tubérculos graúdos em 28% e 23%, respectivamente (Tabela 6). Com relação ao peso específico, observa-se que dentre os clones destacados, quatro apresentaram peso específico semelhante ao da testemunha (CCF 20-10, CCF 23-01, CCF 02-06 e CCF 18-10).

Na safra das águas (Tabela 7), os clones foram superiores à Atlantic em 43,26%, 37,08% e 33,60% para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca, respectivamente. Vale salientar que estes clones obtiveram em média peso específico alto, apesar de terem sido submetidos a condições desfavoráveis para o acúmulo de matéria seca, aproximadamente 1,0700.

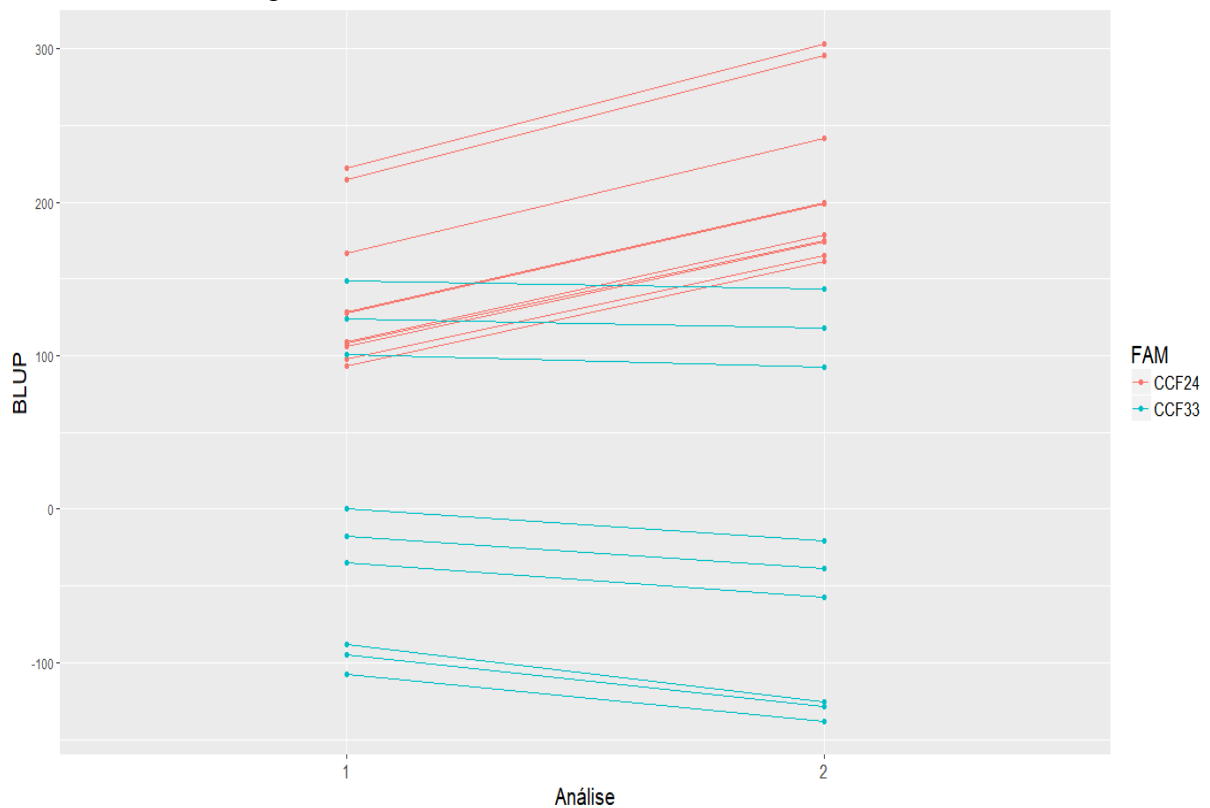
Identifica-se alguns clones que possuíram maior produção de matéria seca que a testemunha tolerante ao calor (CBM16-16). Dentre os clones com maior produção de matéria seca, destacam-se os clones: CCF 04-18, CCF 32-14, CCF 24-14, CCF 14-09, CCF 23-05, CCF 08-11, CCF 17-10 e CCF 17-15 (Tabela 7). Todos estes clones, além de serem superiores ao CBM 16-16, obtiveram peso específico alto apesar de terem sido submetidos a condições de estresse (Tabela 7). Com relação à produção de tubérculos e produção de tubérculos graúdos, pode-se citar dois clones que tiveram bom desempenho em relação ao CBM 16-16, o clone CCF 31-09 e o CCF 04-16, ambos foram superiores em 11% para produção de tubérculos e 18% para produção de tubérculos graúdos. Em relação a Atlantic essa diferença foi ainda maior, 40% e 49% para produção de tubérculos e produção de tubérculos graúdos, respectivamente.

Para as variáveis formato de tubérculos e profundidade de olhos, verifica-se que não houveram grandes diferenças entre os clones e a testemunhas para ambas as safras. Os clones ficaram com notas menores do que três indicando formato arredondado, formato este ideal para o

processamento na forma de *chips*. Além disso, estes clones possuem olhos rasos, com notas se aproximando de quatro, dessa forma evitando desperdícios no descasamento dos tubérculos na indústria.

É importante ressaltar que, quando se considera o efeito de clones aninhado dentro de família, as predições dos BLUP's são penalizadas pelo efeito da família na qual determinando conjunto de clones se encontra (Figura 7). Como mostrado no gráfico, clones dentro de uma família com bom desempenho (Família CCF24) tendem a ter BLUP's aumentados, ocorrendo o contrário quando a família apresenta mal desempenho (Família CCF33).

Figura 7 – Diferença nos BLUP's dos clones de duas famílias contrastantes em duas análises, sem (1) e com (2) informação de família, para produção de tubérculos graúdos na safra das águas.



Fonte: Do autor (2018).

## 5.2. Análise conjunta

As estimativas dos parâmetros genéticos (Tabela 8) mostram que as acurácias foram de média magnitude (RESENDE, 2007), indicando precisão experimental moderada. Para todas as características avaliadas, o teste de Hartley foi não significativo, apontando que houve



homogeneidade entre as variâncias residuais entre as duas safras em que os genótipos foram avaliados.

Observa-se que o componente de variância associado à CGC foi significativo para produção de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, formato de tubérculos e profundidade de olhos, ou seja, esses componentes de variância diferem de zero para essas características. Para todas as características avaliadas não houve interação significativa entre CGC e safra (Tabela 8).

Tabela 8 – Estimativa dos componentes de variância e parâmetros genéticos, para as variáveis: produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, produção de matéria seca, formato e olho na análise conjunta.

Parâmetros	PROD <sup>1</sup>	PRODGRAD <sup>1</sup>	PET(10 <sup>-5</sup> ) <sup>2</sup>	PRODMS <sup>3</sup>	FORMATO <sup>4</sup>	OLHO <sup>5</sup>
$\sigma^2_{\text{bloco/safra}}$	3138,3	1779,569	0,3666	0,10	0,0056	0,0000
$\sigma^2_{\text{cgc}}$	685,9	862,9*	0,5596*	0,04	0,0090*	0,0052*
$\sigma^2_{\text{cec}}$	0,0	0,0	0,0000	0,00	0,0048	0,0000
$\sigma^2_{\text{clone}}$	12920,7*	12572,1*	1,8373*	0,93*	0,0430*	0,054*
$\sigma^2_{\text{cgcXsafra}}$	0,0	0,0	0,0705	0,00	0,0003	0,0012
$\sigma^2_{\text{cecXsafra}}$	4250,51*	3113,4*	0,2663	0,17*	0,0000	0,0000
$\sigma^2_{\text{cloneXsafra}}$	11952,4*	11251,7*	0,6013	0,49	0,0348	0,0572*
$\sigma^2_e$	39349,4	33475,18	4,4555	2,51	0,1116	0,0899
PEV	8792,3	8256,9	1,1006	0,59	0,028	0,031
$r_{cc}$	0,5652	0,5859	0,6726	0,6046	0,5906	0,6526
CVe	0,2937	0,3678	0,0062	0,3808	0,1392	0,0824
$h^2_{\text{clone}}$	0,3349	0,3598	0,4208	0,3827	0,3739	0,4219
F <sub>max</sub>	1,9001	1,6610	1,2027	1,2534	1,4097	1,6171
Média	675,3	497,4	1,0778	4,16	2,40	3,64

Legenda: <sup>1</sup>Produção de tubérculos (g.planta<sup>-1</sup>) e produção de tubérculos graúdos (g.planta<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Peso específico de tubérculos; <sup>3</sup>Produção de matéria seca (ton.ha<sup>-1</sup>); <sup>4</sup>Formato (nota 1 = redondo a nota 5 = alongado);

<sup>5</sup>Olho (nota 1 = profundo a nota 5 = protuberante).

\*Significativo a 5% pelo teste LRT.

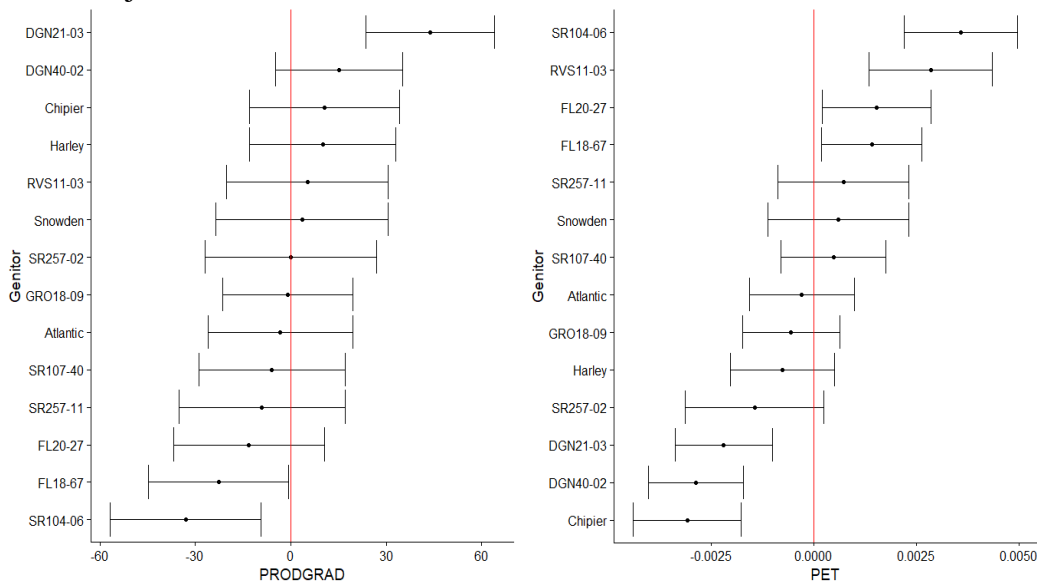
Fonte: Do autor (2018).

Em relação aos componentes de variância associados a CEC, observa-se que não houve significância para nenhuma das características avaliadas. No entanto, constata-se que houve significância para a interação entre CEC e safra, para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e profundidade de olhos (Tabela 8).

O componente de variância relacionado aos clones foi significativo para todas as características avaliadas, indicando que este componente é diferente de zero. Ocorreu interação clones X safras para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e profundidade de olhos, ou seja, o desempenho dos clones não foi coincidente entre as safras para estas características (Tabela 8).

Pelas estimativas das CGC na análise conjunta apresentadas na figura 8, destaca-se o genitor DGN 21-03 que contribuiu para o aumento de produção de tubérculos graúdos. Foram ainda identificados outros quatro genitores que contribuíram para o acúmulo de matéria seca (SR1 04-06, RVS 11-03, FL 20-27 e FL 18-67). Como não houve significância para as CEC na análise conjunta (Tabela 8), a seleção de certas combinações híbridas é mais eficiente quando feita para determinado ambiente, devido ao pronunciado efeito da interação entre CEC e safra.

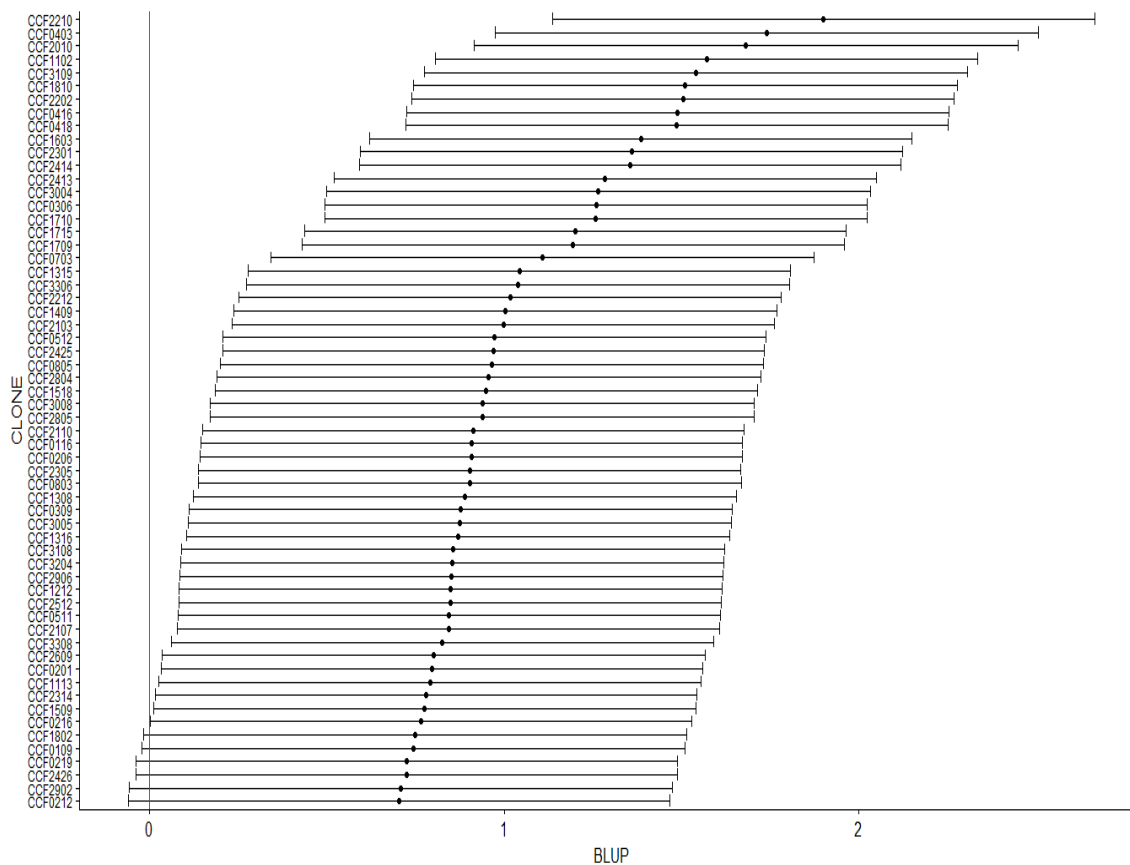
Figura 8 – Estimativas de CGC para produção de tubérculos graúdos e peso específico na análise conjunta.



Fonte: Do autor (2018).

Para a seleção dos clones procedeu-se como anteriormente – eles foram ranqueados com base na produção de matéria seca, levando se em conta os BLUP's preditos na análise conjunta (Figura 9). Os clones que obtiveram BLUP's maiores que zero foram então comparados à testemunha Atlantic através de suas médias BLUP (Tabela 9).

Figura 9 – BLUP's dos clones para produção de matéria seca na análise conjunta.



Fonte: Do autor (2018).

Foram identificados 54 clones que obtiveram BLUP maior do que zero (Figura 9). Com base neste critério de seleção observa-se uma intensidade de seleção de aproximadamente 11%. O ganho com a seleção esperado para produção de matéria seca com estes clones é de 1,08 ton.ha<sup>-1</sup>, obtido através da média de seus respectivos BLUP's. Estes clones foram superiores à Atlantic em média 19,56%, 10,91%, 6,30% para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca para as demais características, os clones não diferiram muito da testemunha (Tabela 9).

Observa-se que alguns clones foram bem superiores em relação às testemunhas para produção de matéria seca, produzindo mais de 6 ton.ha<sup>-1</sup>. Destaca-se os clones CCF 22-10, CCF 04-03 e CCF 20-10, eles foram superiores às testemunhas em média 17,6%, 23,4% e 17,3% para

produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca, respectivamente (Tabela 9). Com relação ao peso específico, verifica-se que o clone CCF 22-10 apresentou teor de matéria seca equivalente ao das testemunhas (1,0801). Além disso, observa-se uma alta proporção de clones com peso específico maior do que 1,0800, cerca de 46% dos clones (Tabela 9).

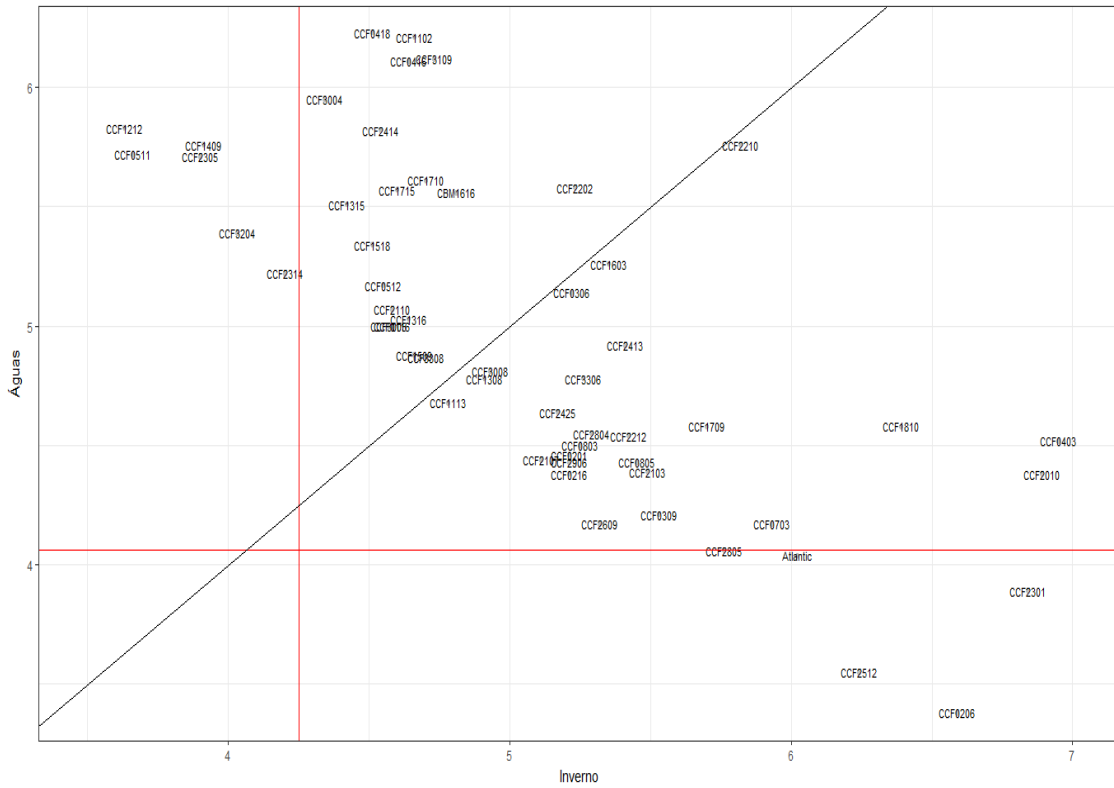
Tabela 9 – Médias previstas para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico, produção de matéria seca, formato e olho nas safras de águas, inverno e análise conjunta.

CLONE	PROD			PRODGRAD			PET			PRODMS			FORMATO			OLHO		
	Ver.	Inv.	Conj.	Ver.	Inv.	Conj.	Ver.	Inv.	Conj.	Ver.	Inv.	Conj.	Ver.	Inv.	Conj.	Ver.	Inv.	Conj.
<b>Atlantic</b>	<b>630,4</b>	<b>708,6</b>	<b>680,6</b>	<b>531,3</b>	<b>614,9</b>	<b>579,5</b>	<b>1,0679</b>	<b>1,0941</b>	<b>1,0807</b>	<b>4,04</b>	<b>6,02</b>	<b>5,08</b>	<b>2,6</b>	<b>2,1</b>	<b>2,4</b>	<b>2,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,4</b>
<b>CBM 16-16</b>	<b>926,3</b>	<b>686,2</b>	<b>806,2</b>	<b>690,3</b>	<b>490,9</b>	<b>590,6</b>	<b>1,0730</b>	<b>1,0936</b>	<b>1,0836</b>	<b>5,56</b>	<b>4,81</b>	<b>5,18</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>3,6</b>	<b>3,9</b>	<b>3,7</b>
CCF22-10	929,3	792,7	917,2	810,9	685,7	808,2	1,0670	1,0876	1,0766	5,76	5,82	6,39	2,4	2,5	2,5	3,2	3,7	3,5
CCF04-03	803,3	1003,2	943,9	623,4	862,8	784,1	1,0671	1,0859	1,0760	4,52	6,95	6,19	2,9	2,5	2,8	3,6	3,9	3,8
CCF20-10	727,4	908,0	846,5	580,1	743,5	700,0	1,0673	1,0925	1,0801	4,38	6,89	6,11	2,7	2,5	2,6	3,7	3,9	3,8
CCF11-02	964,2	711,1	893,6	848,6	588,9	772,2	1,0689	1,0826	1,0749	6,21	4,66	5,98	3,2	2,7	3,1	2,6	3,6	3,1
CCF31-09	1042,7	644,6	907,1	863,5	500,8	728,7	1,0684	1,0926	1,0811	6,12	4,73	5,94	2,3	2,3	2,3	3,3	3,7	3,5
CCF18-10	771,4	880,8	865,7	595,0	719,7	687,4	1,0710	1,0908	1,0816	4,58	6,39	5,90	2,2	2,7	2,5	3,3	3,9	3,6
CCF22-02	918,3	725,9	867,8	750,3	583,8	710,2	1,0694	1,0897	1,0796	5,58	5,23	5,89	2,3	2,4	2,4	3,0	3,9	3,5
CCF04-16	1048,2	667,9	922,6	827,9	488,2	701,0	1,0698	1,0930	1,0819	6,11	4,64	5,87	3,0	2,5	2,9	3,4	3,9	3,7
CCF04-18	963,2	676,5	868,6	826,7	510,9	712,7	1,0711	1,0868	1,0791	6,23	4,51	5,87	2,1	2,4	2,3	3,0	3,8	3,4
CCF16-03	867,7	722,7	832,7	677,0	554,7	646,7	1,0717	1,0943	1,0841	5,26	5,35	5,74	2,4	2,4	2,4	2,9	3,8	3,3
CCF23-01	735,9	996,8	896,9	508,8	784,2	668,3	1,0696	1,0907	1,0804	3,89	6,84	5,71	2,4	2,6	2,6	3,8	3,6	3,6
CCF24-14	929,7	648,0	834,7	745,9	466,6	646,3	1,0719	1,0941	1,0842	5,82	4,54	5,70	2,4	2,3	2,4	3,5	3,5	3,4
CCF24-13	820,6	746,9	817,7	632,6	597,2	648,6	1,0711	1,0905	1,0813	4,92	5,41	5,61	2,2	2,3	2,3	3,5	3,7	3,6
CCF30-04	985,3	658,7	872,8	835,1	505,6	721,4	1,0671	1,0821	1,0737	5,95	4,34	5,59	2,3	2,3	2,3	3,6	3,8	3,7
CCF03-06	868,3	712,1	825,2	696,8	570,0	666,4	1,0694	1,0917	1,0811	5,14	5,22	5,58	2,6	2,4	2,5	3,5	3,7	3,6
CCF17-10	860,9	618,1	770,3	701,7	474,6	617,6	1,0737	1,0966	1,0868	5,61	4,70	5,58	2,7	2,2	2,4	4,1	3,8	3,9
CCF17-15	866,3	669,7	803,6	737,2	506,4	659,7	1,0703	1,0879	1,0794	5,57	4,60	5,51	2,6	2,4	2,5	3,4	3,6	3,5
CCF17-09	842,7	777,1	848,4	625,5	597,2	639,1	1,0672	1,0937	1,0806	4,58	5,70	5,50	2,5	2,4	2,4	3,6	3,6	3,6
CCF07-03	714,4	855,7	803,4	555,3	679,0	645,7	1,0671	1,0865	1,0761	4,17	5,93	5,39	2,5	2,5	2,5	3,1	3,4	3,1
CCF13-15	854,3	632,9	775,4	726,9	466,2	624,9	1,0704	1,0907	1,0806	5,51	4,42	5,31	2,7	2,3	2,5	3,7	3,8	3,7
CCF33-06	773,4	696,2	751,8	647,1	566,6	627,8	1,0692	1,0918	1,0808	4,78	5,26	5,30	2,3	2,4	2,3	3,3	3,8	3,5
CCF22-12	794,6	726,1	785,8	605,2	608,5	631,4	1,0685	1,0897	1,0790	4,54	5,42	5,27	2,5	2,5	2,5	3,8	4,0	4,0
CCF14-09	891,9	611,3	787,6	715,8	417,6	602,8	1,0737	1,0889	1,0819	5,76	3,91	5,26	2,8	2,5	2,7	3,2	3,9	3,6
CCF21-03	727,4	753,6	757,5	573,7	625,6	623,6	1,0704	1,0890	1,0800	4,39	5,49	5,25	2,7	2,3	2,5	3,5	3,7	3,6
CCF05-12	899,5	656,4	822,6	702,2	494,9	635,0	1,0673	1,0900	1,0783	5,17	4,55	5,22	2,2	2,3	2,3	3,2	3,9	3,5
CCF24-25	828,1	742,4	813,4	651,8	593,3	653,7	1,0659	1,0872	1,0759	4,64	5,17	5,21	2,8	2,3	2,6	3,7	3,9	3,8
CCF08-05	789,3	725,9	784,6	610,9	613,9	637,6	1,0661	1,0883	1,0768	4,43	5,45	5,21	3,0	2,4	2,7	3,5	3,8	3,6
CCF28-04	742,9	775,8	783,7	554,1	596,6	595,4	1,0753	1,0880	1,0826	4,55	5,29	5,20	2,2	2,5	2,4	3,8	3,7	3,7
CCF15-18	952,7	631,8	838,9	743,4	504,8	651,8	1,0679	1,0870	1,0770	5,34	4,51	5,19	2,7	2,5	2,6	3,9	3,9	3,9
CCF30-08	841,3	686,6	787,9	657,9	527,8	620,0	1,0671	1,0911	1,0792	4,81	4,93	5,17	2,1	2,3	2,2	3,2	3,6	3,3
CCF28-05	750,1	854,3	835,1	543,6	680,6	638,9	1,0662	1,0861	1,0752	4,06	5,76	5,17	2,5	2,3	2,4	3,6	3,9	3,7
CCF21-10	807,0	684,8	774,4	666,4	471,2	594,8	1,0710	1,0939	1,0832	5,07	4,58	5,14	2,7	2,3	2,5	3,4	3,6	3,4
CCF01-16	859,7	666,0	794,7	663,1	515,0	623,7	1,0697	1,0876	1,0787	5,00	4,58	5,14	2,2	2,4	2,3	3,3	3,6	3,4
CCF02-06	656,9	880,0	780,2	444,5	736,4	593,2	1,0649	1,0929	1,0786	3,38	6,59	5,13	2,6	2,4	2,5	3,7	3,9	3,8
CCF23-05	898,2	589,5	779,6	751,3	401,7	603,1	1,0720	1,0934	1,0839	5,71	3,90	5,13	2,6	2,3	2,4	3,4	3,7	3,5
CCF08-03	762,2	731,3	769,0	580,5	585,5	601,5	1,0713	1,0887	1,0803	4,50	5,25	5,13	2,6	2,4	2,5	3,3	3,9	3,6
CCF13-08	835,1	680,2	787,9	648,4	511,6	600,3	1,0680	1,0925	1,0803	4,78	4,91	5,11	2,6	2,3	2,5	4,1	3,9	4,0
CCF03-09	726,8	815,3	789,4	555,1	633,6	611,2	1,0694	1,0891	1,0796	4,21	5,53	5,09	2,5	2,5	2,5	3,7	3,7	3,7
CCF30-05	913,1	714,6	854,8	683,0	519,2	632,0	1,0675	1,0852	1,0759	5,00	4,57	5,09	2,1	2,3	2,2	3,4	3,9	3,7
CCF13-16	840,1	670,3	788,4	621,2	503,7	575,6	1,0746	1,0888	1,0826	5,03	4,64	5,09	2,3	2,3	2,3	3,5	3,8	3,6
CCF31-08	594,2	954,1	776,2	403,1	832,2	623,9	1,0681	1,0864	1,0769	3,18	6,63	5,07	2,5	2,3	2,4	2,9	3,9	3,4
CCF32-04	924,6	613,2	813,0	763,6	431,5	637,9	1,0681	1,0890	1,0788	5,39	4,03	5,07	2,3	2,3	2,3	3,8	4,0	4,0
CCF29-06	739,2	740,1	752,2	596,9	590,3	614,9	1,0672	1,0884	1,0774	4,43	5,21	5,06	2,5	2,4	2,5	3,8	3,9	3,9
CCF12-12	975,5	592,9	829,9	849,9	387,2	661,6	1,0653	1,0871	1,0752	5,83	3,63	5,06	3,1	2,6	2,9	3,9	3,9	4,0
CCF25-12	675,8	894,7	798,8	473,2	781,8	638,8	1,0660	1,0830	1,0735	3,55	6,24	5,06	2,4	2,5	2,5	3,9	3,9	3,9
CCF05-11	945,3	579,1	810,1	758,1	385,9	608,3	1,0694	1,0895	1,0793	5,72	3,66	5,05	2,4	2,2	2,2	3,2	3,9	3,5
CCF21-07	785,1	659,0	744,0	611,2	525,7	590,9	1,0673	1,0951	1,0814	4,44	5,11	5,05	2,5	2,3	2,4	3,8	3,7	3,7
CCF33-08	911,9	653,2	823,5	672,1	509,8	613,2	1,0683	1,0901	1,0793	4,87	4,70	5,03	2,3	2,3	2,2	3,3	3,5	3,3
CCF26-09	738,5	759,6	768,9	551,2	607,5	604,4	1,0684	1,0871	1,0776	4,17	5,32	5,00	2,7	2,2	2,4	3,1	3,9	3,5
CCF02-01	729,6	673,7	712,9	590,5	573,0	591,5	1,0695	1,0914	1,0810	4,46	5,21	4,99	2,5	2,4	2,5	3,1	3,3	3,1
CCF11-13	791,0	695,3	766,1	650,3	553,3	624,4	1,0664	1,0868	1,0762	4,68	4,78	4,99	2,7	2,6	2,7	4,0	3,6	3,8
CCF23-14	859,1	569,1	737,9	695,1	436,8	588,1	1,0709	1,0927	1,0825	5,22	4,20	4,97	2,5	2,3	2,4	3,2	3,7	3,4
CCF15-09	860,9	674,8	800,2	675,6	509,4	611,0	1,0676	1,0891	1,0781	4,88	4,66	4,97	2,9	2,5	2,7	3,9	3,9	3,9
CCF02-16	738,7	860,1	827,2	554,3	549,4	555,2	1,0726	1,0937	1,0843	4,38	5,21	4,95	2,3	2,3	2,3	3,3	3,9	3,6
Média dos clones	834,7	727,0	813,7	659,9	567,9	642,7	1,0691	1,0896	1,0795	4,9	5,1	5,4	2,5	2,4	2,5	3,5	3,8	3,6

Fonte: Do autor (2018).

O interessante em programas de melhoramento de batata é obter clones que possuam um bom desempenho agrônômico sob condições de temperaturas altas e que sejam responsivos às condições de temperaturas mais amenas. Para se identificar estes clones, os 54 clones ranqueados (Tabela 9) tiveram suas médias BLUP das águas e de inverno plotadas em um gráfico. Este gráfico foi dividido em quadrantes de acordo com as médias experimentais das duas safras. Desta maneira, os clones a serem selecionados estão no quadrante superior direito do gráfico (Figura 10).

Figura 10 – Médias previstas dos clones nas safras de inverno e das águas para produção de matéria seca, em que as linhas vermelhas indicam a média experimental nas duas safras.



Fonte: Do autor (2018).

Na Figura 10, verifica-se que alguns clones que apesar de ter um bom desempenho com base na análise conjunta não apresentaram bom desempenho na safra das águas e também uma menor capacidade de responder bem à melhoria do ambiente. Assim o número de clones a serem selecionados seria diminuído de 54 para 44 clones. Além disso, estes clones se encontram no mesmo quadrante da testemunha CBM 16-16, que é um clone tolerante ao calor e responsivo temperaturas amenas. Destes clones destacam-se: CCF 11-13, CCF 13-08, CCF 30-08, CCF 03-06, CCF 16-03 e CCF 22-10, por estarem posicionados mais próximos da linha cuja angulação é  $45^\circ$ , indicando maior estabilidade desses clones.

## 6 DISCUSSÃO

O mercado brasileiro de batata é dividido em quatro segmentos, que requerem diferentes características dos tubérculos para atender aos consumidores. Assim, um programa de melhoramento deve estabelecer critérios de seleção baseados nestas características demandadas pelo consumidor. Os tubérculos destinados a indústria de batata *chips* devem apresentar formato arredondado, alto teor de matéria seca, baixo teor de açúcares redutores e olhos rasos. Além disso, outras características devem ser levadas em conta, a fim de oferecer ao agricultor maior rentabilidade – como resistência a doenças, alta produtividade e tolerância a estresses abióticos.

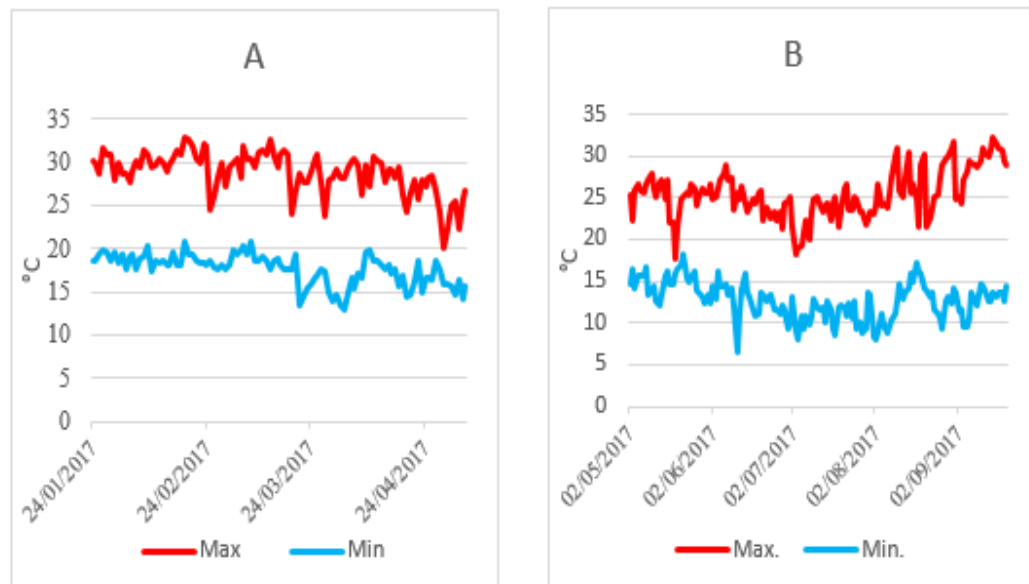
No Brasil, a produção de batata se dá durante todo o ano, sendo dividida em três safras: “das águas” – que vai de setembro a dezembro – é praticada em larga escala em regiões altas; “de inverno” - que vai de fevereiro a abril – é realizado em regiões não muito altas, não sujeitas a geadas e com irrigação; “da seca” – que vai de maio a julho (FILGUEIRA, 2000). Este fato representa uma vantagem, pois é possível o fornecimento de matéria-prima à indústria durante todo o ano. No entanto, a cultivar Atlantic, a mais utilizada para o processamento de batata *chips*, foi desenvolvida nos Estados Unidos. Assim, esta cultivar sofre com os rigores do clima mais quente no Brasil. Por exemplo, ela apresentou uma redução de 32,89% na produção de matéria seca na safra das águas quando comparada à safra de inverno. No entanto, quando se observa a produção de matéria seca dos clones, essa redução foi de apenas 4% (Tabela 9) – indicando que eles possuem bom desempenho em condições de temperaturas altas e respondem bem às temperaturas amenas.

Em condições de temperaturas elevadas, principalmente durante a noite, ocorre elevada taxa de respiração das plantas, fazendo com que os fotoassimilados acumulados durante o dia sejam utilizados na respiração durante a noite, prejudicando a sua partição para os tubérculos (MENEZES et al., 2001; MANRIQUE, 1989; FONTES, P.C.R. & FINGER, 1999; MALIK et al. 1992 e CACACE, J.E; HUARTE, M. A.; MONTI, 1994). Para o peso específico de tubérculos ocorreu a redução de 1,0880 (23% de matéria seca nos tubérculos) na safra de inverno para 1,0675 (19% de matéria seca nos tubérculos) na safra das águas (Tabela 2). A partir dos dados meteorológicos em Lavras – MG (Figura 11), observa-se que as temperaturas máximas durante a safra das águas ficaram em torno dos 30°C praticamente durante toda a safra; já para a safra de inverno as temperaturas máximas ficaram em torno dos 25°C (INMET, 2017).



Fontes e Finger (1999) sugeriram, através de estudos realizados no Brasil, que a temperatura diurna para o cultivo de batata é de 25°C, desde que as temperaturas durante a noite sejam mais baixas. Durante o verão, as temperaturas mais altas superam em 7°C a temperatura ideal, e no inverno apenas 3°C. Temperaturas mais altas não afetam somente o acúmulo de matéria seca, como também a qualidade após a fritura, redução da produção de tubérculos e maior proporção de desordens fisiológicas. Menezes 53L 53L. (2001) relataram redução de 46% na produção de tubérculos. Porém, neste trabalho, isso não foi verificado. Este fato se justifica pelo uso de sementes com estado fisiológico inadequado para o plantio na implantação do experimento de inverno. Nepal 53L 53L. (2016) relatam que plantas oriundas de sementes fisiologicamente velhas produzem mais hastes e uma maior quantidade de tubérculos, porém os tubérculos ficam com menor tamanho e, conseqüentemente, a produção é afetada. No entanto, a proporção de desordens fisiológicos nos tubérculos foi em média de 18% na safra das águas, enquanto que para a safra de inverno foi apenas de 9%.

Figura 11 – Temperaturas máximas e mínimas para as safras das águas (A) e inverno (B), para a região de Lavras – MG em 2017.



Fonte: INMET (2017).

Para o formato dos tubérculos, há pouca variação entre as duas safras (Tabela 9), este fato corrobora com os relatos de De Jong & Burns (1993) ao estudarem essa característica. Estes autores relataram que o formato dos tubérculos é fortemente determinado por fatores genéticos e é pouco influenciado pelo ambiente. Portanto, a seleção feita precocemente para formato é uma boa alternativa para se reduzir o número de clones que serão avaliados, o que dinamiza o processo de seleção e gera uma economia de recursos.

Para que uma cultivar seja lançada no mercado, os genótipos são submetidos a várias avaliações em diferentes ambientes (FERREIRA et al. 2006), para verificar se as características se mantêm ao longo das avaliações. Por isso, identificar genótipos estáveis já nas primeiras avaliações limita a quantidade destes a serem avaliados em ensaios posteriores, diminuindo os custos referente ao tamanho dos experimentos. Neste trabalho, a utilização de duas safras possibilitou levar em conta a interação entre genótipos e safras, sendo possível identificar clones com bom desempenho na safra das águas e na safra de inverno (Figura 10), que devem ser avaliados em experimentos com repetições.

Além disso, Melo (2007), Figueiredo (2013) e Ribeiro (2014) argumentam que a seleção de famílias é mais eficiente e facilita a identificação de clones superiores. Neste trabalho, a informação de clones dentro de família possibilitou que os BLUPS's associados aos clones sejam corrigidos pela informação de família (Figura 7). Possibilitando a seleção entre e dentro de famílias através dos BLUP's, haja vista que clones oriundos de famílias superiores tendem a ter seus BLUP's aumentados (Figura 7).

Além da seleção de clones, um fator importante em um programa de melhoramento é a seleção de genitores, pois é através dos cruzamentos entre eles que se obtêm as populações que serão submetidas à seleção e melhoramento. Bradshaw (1994) cita que os efeitos da CGC e CEC servem de importantes parâmetros para auxiliar na seleção de genitores em um programa de melhoramento de batata.

Ao se observar a Tabela 2 e Tabela 8, verifica-se que alguns componentes de variância associados a CGC e CEC foram iguais a zero. Isso pode ser explicado pelo fator ambiental, já que na condição favorável (safra de inverno) foi possível estimar essas componentes de variância para quase todas as características (Tabela 2). Isso ocorre porque em condições de estresse os coeficientes de variação são mais altos e as acurácias e herdabilidade são mais baixas, evidenciando assim a dificuldade em se trabalhar sob condições de estresse (Chagas, 2016;

Ribeiro, 2014; Figueiredo, 2010). Maris (1989) e Manivel et al. (2010) relatam que a importância relativa da CGC e CEC depende da característica avaliada, condições ambientais e delineamento experimental utilizado.

Não foi possível encontrar cruzamentos com alta CEC (Tabela 8). No entanto, é observado na Figura 8 que para produção de tubérculos graúdos e peso específico genitores que possuíram alta CGC. Destaca-se o genitor DGN 21-03 para produção de tubérculos graúdos e os genitores RVS 11-03, SR1 04-06, FL 20-27 e FL 18-67 para peso específico (Figura 8). Neder et al. (2010) mencionam que o clone DGN 21-03 é portador do alelo  $R_{yadg}$  que confere resistência ao vírus PVY, sendo possível a transmissão deste alelo a sua descendência. Além disso, os autores mostram que este mesmo clone é resistente à pinta preta (*Alternaria spp.*).

Pelas análises individuais (Tabela 2), é demonstrado que a CGC teve maior importância relativa para todas as características na safra de inverno. No entanto, na safra das águas ocorreu o contrário – foi observado maior importância relativa para as estimativas de CEC. Apenas para peso específico houve maior importância da CGC em relação a CEC para as duas safras. Estes resultados corroboram com os encontrados por Ribeiro (2014), em que a CGC teve maior importância relativa que a CEC sob condições de temperaturas mais amenas enquanto que sob condições de temperaturas mais elevadas a CEC teve maior importância.

## 7 CONCLUSÃO

Pelos resultados apresentados, foi possível identificar genitores a serem utilizados no melhoramento de batata visando à indústria de batata *chips*. Bem como, identificar clones que possuem bom desempenho nas safras de inverno e das águas.

Com relação aos genitores, destacam-se os clones DGN 21-03 e RVS 11-03 e as cultivares FL 20-27 e FL 18-67. Estes genitores contribuíram positivamente para o aumento na produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos, peso específico e produção de matéria seca.

Foi possível identificar também algumas combinações híbridas que proporcionaram incremento em algumas características. As combinações DGN 21-03 X DGN 40-02 e DGN 21-03 X RVS 11-03 favoreceram o aumento na produção de tubérculos na safra de inverno. Para a safra das águas, destacam-se as combinações: DGN 40-02 X GRO 18-09, DGN 21-03 X HarleyBackwell e DGN 40-02 X Bacon Chipier, para produção de tubérculos, produção de tubérculos graúdos e produção de matéria seca.

Os clones CCF 11-13, CCF 13-08, CCF 30-08, CCF 03-06, CCF 16-03 e CCF 22-10 se destacam por apresentarem bom desempenho sob condições de temperaturas mais altas, bem como sob temperaturas mais amenas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. C. DE. **Qualidade de batatas palito minimamente processadas**. [s.l.] Universidade Federal de Lavras, 2005.
- AMADEU, R. R. et al. AGHmatrix: R Package to Construct Relationship Matrices for Autotetraploid and Diploid Species. **The Plant Genome**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.1-10, 2016. Crop Science Society of America. <http://dx.doi.org/10.3835/plantgenome2016.01.0009>.
- ANDRADE, M. H. M. L. **Adaptabilidade e estabilidade para caracteres agronômicos em clones de batata resistentes ao Potato Virus Y (PVY)**. 2016. 78 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- ANDRÉ, C. M. G. **Avaliação da melhor predição linear não tendenciosa (BLUP) associada ao uso de marcadores moleculares na análise dialélica**. [s.l.] Universidade Federal de Lavras, 1999.
- ARAÚJO, T. H. de. **Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial nas formas de palha e chips**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2014.
- BARBOSA, E. dos S. P.. **Estudo comparativo de características físico-químicas e sensoriais de batatas das cultivares francesas: Chipie, Colorado, Opaline e Soléia**. 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- BARBOSA, M. H. P.; PINTO, C. A. B. P. Análise dialélica parcial entre cultivares de batata nacionais e introduzidas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 33, n. 3, p.207-320, mar. 1998.
- BARBOSA, M. H.; PINTO, C. A. B. P. Componentes genéticos para produção comerciável e caracteres qualitativos de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 21, n. 1, p. 16–21, 1997.
- BRASIL HORTIFRUTI**. ESALQ/USP: CEPEA, v. 10, n. 104, ago. 2011.
- BATATA SHOW: A revista da Batata**. Associação Brasileira da Batata, n. 4, maio 2002.
- BERNARDO, R. Prediction of maize single-cross performance using RFLPs and information from related hybrids. **Crop Science**, v. 34, n. 1, p. 20–25, 1994.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.
- BRADSHAW, J. E. Inheritance of table and processing quality. In: **Potato Genetics**. Cambridge: CAB International, 1994a. p. 285–315.
- BRADSHAW, J. E. Inheritance of morphological and tuber characteristics. In: **Potato Genetics**. Cambridge: CAB International, 1994b. p. 263–283.
- BROWN, J.; DALE, M. F. B. Identifying superior parents in a potato breeding program using

cross prediction techniques. **Euphytica**, v. 104, n. 3, p. 143–149, 1998.

BRUZI, A. T.. **Aplicações da análise de modelos mistos em programa de seleção recorrente do feijoeiro comum**. 2008. 83 f. Tese (Doutorado) - Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

BUENO FILHO, J. S. DE S. **Modelos mistos na predição de valores genéticos aditivos em testes de progênies florestais**. [s.l.] Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1997.

CACACE, J. E.; HUARTE, M. A.; MONTI, M. C. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. **American Potato Journal**, v. 71, n. 3, p. 145–153, 1994.

CANDIDO, L. S.. **Modelos mistos na avaliação e ordenação de genótipos de cana-de-açúcar, com e sem efeitos de competição com parcelas vizinhas**. 2009. 96 f. Tese (Doutorado) - Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2009.

CAVALLIN, I. C.. **RESPOSTAS DE CLONES DE BATATA AO ARMAZENAMENTO EM BAIXAS TEMPERATURAS E AO RECONDICIONAMENTO**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

CHIKH-ALI, M. et al. Evidence of a Monogenic Nature of the Nz Gene Conferring Resistance Against Potato virus Y Strain Z (PVYZ) in Potato. **American Journal Of Potato Research**, [s.l.], v. 91, n. 6, p.649-654, 6 jun. 2014. Springer Nature.

COLOR QUALITY. **American Potato Journal**, v. 74, n. 2, p. 87–106, 1997.

COPP, L. J. et al. The relationship between respiration and chip color during long-term storage of potato tubers. **American Journal of Potato Research**, v. 77, n. 5, p. 279–287, 2000.

COUNCIL, N. P.; INDEX, A. Potato Statistical Yearbook. In: **Potato Statistical Yearbook**. [s.l.: s.n.]. p. 62–70.

DRIEDONKS, N.; RIEU, I.; VRIEZEN, W. H.. Breeding for plant heat tolerance at vegetative and reproductive stages. **Plant Reproduction**, [s.l.], v. 29, n. 1-2, p.67-79, 13 fev. 2016. Springer Nature.

FAO. **FOOD AND AGRICULTURE OF THE UNITED NATIONS**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>.

FIGUEIREDO, I. C. R. de. **Seleção entre e dentro de famílias de batata visando a tolerância ao calor**. 2013. 67 f. Tese (Doutorado) - Curso de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. In: **Novo manual de olericultura**. Viçosa, UFV: [s.n.]. p. 402.

FILHO, C. C. F.. **Seleção de clones de batata para a indústria de chips e batata palha**. 2015. 36 f.

Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L. Dormência dos tubérculos, crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 1, p. 27–35, 1999.

GALARRETA, J. I. R. et al. Combining ability and correlations for yield components in early generations of potato breeding. **Plant Breeding**, Berlin, v. 125, p.183-186, 2006.

GERALDINI; BORGAT; JULIÃO. Procuram-se agroindústrias. **Hortifruti Brasil**, v. 10, n. 104, p. 8, 2011.

GUEDES, M. L. et al. Combining abilities for agronomic traits and marker-assisted selection for Potato virus X and Potato virus Y resistance. **Genetics And Molecular Research**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.1-10, 2016. Genetics and Molecular Research.

GUEDES, Márcio Lisboa. **Seleção de clones de batata para aparência de tubérculos e resistência ao vírus PVX e PVY**. 2014. 65 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

GOPAL, J.. Challenges and Way-forward in Selection of Superior Parents, Crosses and Clones in Potato Breeding. **Potato Research**, [s.l.], v. 58, n. 2, p.165-188, jun. 2015. Springer Nature.

GOPAL, J. Identification of superior parents and crosses in potato breeding programmes. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 96, n. 2, p. 287–293, 1998.

GRIFFING, B. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 4, p. 463–493, 1956.

GILMOUR, A.R.; CULLIS, B.R.; GOGEL, B.J; WELHAM, S.J. and THOMPSON, R. 2005. ASReml user guide, release 3.0. VSN Int., Hemel Hempstead, UK

HENDERSON, C. R. et al. The Estimation of Environmental and Genetic Trends from Records Subject to Culling Author ( s ): C . R . Henderson , Oscar Kempthorne , S . R . Searle , C . M . von Krosigk Published by : International Biometric Society Stable URL : <http://www.jstor.org/s>. **Biometrics**, v. 15, n. 2, p. 192–218, 1959.

HENDERSON, C. R. General flexibility of linear model techniques for sire evaluation. **Journal of Dairy Science**, v. 57, n. 8, p. 963–972, 1974.

HENDERSON, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model . International Biometric Society. **Biometrics**, v. 31, n. 2, p. 423–447, 1975.

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

IEMMA, M.. **Uso do melhor preditor linear não viesado (BLUP) em análises dialélicas e predição de híbridos**. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

JEYARUBAN, M. G.; GIBSON, J. P.; GOWE, R. S.. Comparison of Index Selection and Best Linear Unbiased Prediction for Simulated Layer Poultry Data. **Poultry Science**. Oxford, p. 1566-1576. 1995.

JONG, H. DE; BURNS, V. J. I. Inheritance of tuber shape in cultivated diploid potatoes. **American Potato Journal**, v. 70, n. 3, p. 267–284, 1993.

LAMBERT, E. de S.. **Estratégias para o melhoramento da batata para condições tropicais**. 2004. 153 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

LOVE, S. et al. Breeding progress for potato chip quality in North American cultivars. **American Journal of Potato Research**, v. 75, n. 1, p. 27–36, 1998.

MACHADO, J. C.. **Estabilidade de produção e da capacidade de combinação em híbridos de milho**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MALIK, N. J. et al. Dry matter accumulation in potato clones under seasonal high temperature conditions in Pakistan. **American Potato Journal**, v. 69, n. 10, p. 667–676, 1992.

MANIVEL, P. et al. Heterosis and combining ability for tuber dry matter and yield in potato (*Solanum tuberosum* L.) over two clonal generations under short-day subtropic conditions. **Electronic Journal of Plant Breeding**, p. 287-296. jun. 2010.

MANIVEL, P.; SINGH, S. K. P. S. V; KUMAR, D. Heterosis and combining ability for tuber dry matter and yield in potato (*Solanum tuberosum* L.) over two clonal generations under short-day sub-tropic conditions. **Potato Research**, v. 1, n. 3, p. 287–296, 2010.

MANRIQUE, L. A. Analysis of growth of Kennebec potatoes grown under different environments in the tropics. **American Potato Journal**, v. 66, n. 5, p. 277–291, 1989.

MARIS, M.. Analysis of an incomplete diallel cross among three ssp. *tuberosum* varieties and seven long-day adapted ssp. *andigena* clones of the potato (*Solanum tuberosum* L.). **Euphytica**, [s.l.], v. 41, n. 1-2, p.163-182, abr. 1989. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00022425>.

MARTINS, E. N. **Desenvolvimento de uma estratégia computacional para seleção de coelhos, usando a melhor predição linear não-viesada**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 1995.

MELO, P. E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 197, p. 112–119, 1999.

MELO, P. E. DE; BUSO, J. A.; LOPES, C. A. Rede Melhor Batata: foi dado o primeiro passo! **Batata Show**, p. 15–18, 2006.

MENEZES, C. B. DE et al. Combining Ability of Potato Genotypes for Cool and Warm Seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 145–157, 2001.



MONTALDO, A. **Cultivo y mejoramiento de la papa**. San José: IICA, 1984.

MORI, Kazuyuki et al. Challenges of breeding potato cultivars to grow in various environments and to meet different demands. **Breeding Science**, [s.l.], v. 65, n. 1, p.3-16, 2015. Japanese Society of Breeding.

MRODE, R. A. **Linear models for the prediction of animal breeding values**. 2nd. ed. Trowbridge: Cromwell Press, 2005.

NEELE, A. E. F.; LOUWES, K. M. Early selection for chip quality and dry matter content in potato seedling populations in greenhouse or screenhouse. **Potato Research**, v. 32, n. 3, p. 293–300, 1989.

NEELE, A. E. E.; NAB, H. J.; LOUWES, K. M. Identification of superior parents in a potato breeding programme. **Theoretical and applied genetics**, v. 82, p. 264–272, 1991.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogye method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 153, n. 2, p. 375–380, 1944.

NORIO, R.; FUKUA, R. M. **A indústria fala**. Itapetininga: [s.n.].

ORTIZ, R.; GOLMIRZAIE, A. M. Genotype by environment interaction and selection in true potato seed breeding. **Experimental Agriculture**, [s.l.], v. 40, n. 1, p.99-107, jan. 2004. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0014479703001492>.

PAGET, M. F. et al. Genetic variance models for the evaluation of resistance to powdery scab (*Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*) from long-term potato breeding trials. **Euphytica**, [s.l.], v. 197, n. 3, p.369-385, 13 mar. 2014. Springer Nature.

PEDROZO, C. A. et al. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p.031-036, 2009.

PEIXOUTO, L. S.. **Seleção de famílias vs. seleção clonal nas fases iniciais do melhoramento da batata**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PEREIRA, A. DA S.; COSTA, D. M. DA S. Qualidade e estabilidade de “chips” de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 62–65, 1997.

PEREIRA, A. DA S. **IV SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO E MELHORAMENTO DE PLANTAS**. Melhoramento genético da batata. **Anais...**Lavras: UFLA, 2000

PEREIRA BARBOSA, M. H.; PEREIRA PINTO, C. A. B. Análise dialéctica parcial entre cultivares de batata nacionais e introduzidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 307–320, 1998.

PEREIRA, A. S. et al. BRSIPR Bel: Cultivar de batata para chips com tubérculos de boa aparência. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 33, n. 1, p.135-139, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620150000100022>.

PETERNELLI, L. A. et al. Análise dos coeficientes de endogamia e de parentesco para qualquer nível de ploidia usando o pacote estatístico R (1). **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p.849-855, 2009.

PINTO, C. A. B. P.; RIBEIRO, A. M.; LAMBERT, E. DE S. **ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 11.; SEMINÁRIO NACIONAL DE BATATA SEMENTE**,. Estimativa do teor de matéria seca em tubérculos de batata. **Anais...Uberlândia**: 2001

PINTO, C. A. B. P. Melhoramento Genético da Batata. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 120–128, 1999.

POPP, P. **ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE BATATA**. A industrialização da batata no Brasil. **Anais...Araucária**: 1994

**POTATO STATISCAL YEARBOOK**. Washington D.c.: Potatos USA, 2006.

RAMALHO, M. A. P. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012.

RIBEIRO, G. H. M. R.. **Relação entre a duração do ciclo vegetativo e a tolerância do calor em batata**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RIBEIRO, G. H. M. R.. **Seleção precoce de famílias e genitores para aparência de tubérculos e tolerância ao calor em batata**. 2013. 138 f. Tese (Doutorado) - Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RODRIGUES, C. S.. **Seleção de progênies endogâmicas de milho por meio de topcrosses conduzidos em ambientes contrastantes**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; WROLSTAD, R. E.. Influence of potato composition on chip color quality. **American Potato Journal**. Oregon, p. 87-106. jan. 1997.

SCHIPPERS, P. A. The relationship between specific gravity and percentage dry matter in potato tubers. **American Potato Journal**, v. 53, n. 4, p. 111–122, 1976.

SHIMOYAMA, N. **A Cadeia Brasileira da Batata Situação Atual**. Disponível em: <<https://consumoymercadodepapa.wordpress.com/2014/11/28/a-cadeia-brasileira-da-batata-situacao-atual/>>.

SILVA, G. O. da. **Critérios na escolha de genitores e mecanismos de seleção para caracteres agrônomicos nas primeiras gerações em batata (Solanum tuberosum L.)**. 2006. 85 f. Tese (Doutorado) - Fitomelhoramento, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

SILVA, G. da et al. Estimativa de capacidades de combinação em gerações iniciais de seleção de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 275–279, 2009.

SILVA, G. O. da et al. Capacidade de combinação multivariada para caracteres de tubérculo em gerações iniciais de seleção em batata. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 321–325, 2008.

SMITH, O. **Potatoes: production, storing, processing**. Westport: Avi Publishing Company, 1968.

SPITTERS, C. J. T.; SCHAPENDONK, A. H. C. M.. Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation. **Plant And Soil**, v. 123, p.193-203, 1990.

TAI, G. C. C.; YOUNG, D. A. Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. **American Potato Journal**, v. 61, n. 7, p. 419–434, 1984.

TALBURT, W. F.; SMITH, O. Potato History. In: **Potato processing**. 3. ed. Westport: Avi Publishing Company, 1975a. p. 1–10.

TALBURT, W. F.; SMITH, O. Effect of cultural and environmental conditions on potatoes for processing. In: **Potato processing**. 3. ed. Westport: Avi Publishing Company, 1975b. p. 67–125.

TERRES, L. R.. **Escolha de genitores e estratégias de seleção para caracteres de aparência de tubérculo, rendimento e qualidade de fritura, em batata**. 2014. 102 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

TICONA-BENAVENTE, C. A.; DA SILVA FILHO, D. F. Comparison of BLUE and BLUP/REML in the selection of clones and families of potato (*Solanum tuberosum*). **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 18421–18430, 2015.

USDA. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/topics/crops/vegetables-pulses/potatoes.aspx#potatoes>>.

VAN VLECK, L. D. **Selection index a introduction to mixed model methods for genetic improvement of animals: the green book**. Boca Raton: CRC Press, 1993a.

VAN VLECK, L. D. Variance of prediction error with mixed model equations when relationships are ignored. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 85, n. 5, p. 545–549, 1993b.

VENDRUSCOLO, J. L. S.. **Processamento de batata (*Solanum tuberosum* L.): Fritura** - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 15p. - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 104).

WESTERMANN D. T., TINDALL T. A., JAMES D. W., and H. R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. **American Potato Journal**, v. 71, p. 417–431, 1994.

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. 1 ed. Springer-Verlag New York. New York, 2009.

ZOMMICK, D. H. et al. Translucent tissue defect in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers is associated with oxidative stress accompanying an accelerated aging phenotype. **Planta**, [s.l.], v.

238, n. 6, p.1125-1145, 14 set. 2013. Springer Nature.

ZORZELLA, C. A.; VENDRUSCOLO, J. L.; PEREIRA, A. **SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS**. Relação entre matéria seca, absorção de gordura e rendimento na fritura de batatas processadas na forma de “chips”. **Anais...**Campinas: UNICAMP, 1999.