



TULIO VECCHI SOUSA DE OLIVEIRA

**MELHORAMENTO GENÉTICO PARA A SELEÇÃO DE
LINHAGENS DE ARROZ A SEREM RECOMENDADAS PARA
O ESTADO DE MINAS GERAIS**

LAVRAS – MG

2022

TULIO VECCHI SOUSA DE OLIVEIRA

**MELHORAMENTO GENÉTICO PARA A SELEÇÃO DE LINHAGENS DE ARROZ
A SEREM RECOMENDADAS PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Departamento de Agricultura Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Flávia Barbosa Silva Botelho
Orientadora

LAVRAS – MG

2022

TULIO VECCHI

**MELHORAMENTO GENÉTICO PARA A SELEÇÃO DE LINHAGENS DE ARROZ
A SEREM RECOMENDADAS PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS**

**GENETIC BREEDING FOR THE SELECTION OF RICE LINEAGES TO BE
RECOMMENDED FOR THE STATE OF MINAS GERAIS**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Lavras em 18 de Abril de 2022.

Dr. Flávia Barbosa Silva Botelho UFLA

Msc Felipe Pereira Cardoso UFLA

Msc Camila Soares Cardoso da Silva UFLA

Profa. Dra. Flávia Barbosa Silva Botelho
Orientadora

Msc. Felipe Pereira Cardoso
Coorientador

LAVRAS - MG

2022

“Se pude enxergar mais longe, foi porque me apoiei em ombros de gigantes”

- Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço aos principais responsáveis pelo apoio e estruturação que permitiram com que eu me mantivesse ao longo destes quase 5 anos na Universidade Federal de Lavras, meus pais e familiares em geral.

A eles, o meu agradecimento mais do que especial, citando em nome de minha mãe Janaina Alves de Sousa Oliveira e Marco Tulio Ribeiro de Oliveira, sobre os quais estendo os agradecimentos a todos os demais familiares que de maneira direta ou indireta me ofereceram suporte até este momento.

Agradeço a Deus, que durante todos este processo me ofertou abundantemente saúde, prosperidade e me capacitou diariamente a me manter firme em busca dos meus objetivos e propósitos.

À Universidade Federal de Lavras fica também o meu eterno agradecimento, por todas as experiências e vivências obtidas nesta instituição, que além de formar profissional, contribui para a minha formação como pessoa.

A minha orientadora Profa. Dra. Flávia Barbosa Silva Botelho, registro aqui também a minha gratidão, pelas oportunidades oferecidas e a todo o conhecimento passado, de forma paciente, eficiente e humana.

Ao corpo docente da Universidade, fica também o meu reconhecimento pelos incontáveis e indispensáveis conhecimentos a mim passados.

Por fim, mas não menos importante, fica a minha eterna gratidão a todos os meus colegas e amigos, tanto aqueles adquiridos durante à época de graduação, como aqueles antes já inseridos na minha vida. Foram todos igualmente imprescindíveis para superar todos os obstáculos impostos durante a caminhada até este momento. Os incontáveis momentos de confraternização serão infindavelmente lembrados.

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa L.*), cultivado em sequeiro, hoje, também conhecido como arroz de terras altas, mudou completamente o seu sistema de cultivo, empregando-se elevada tecnologia em sua produção. Atualmente, o referido sistema de cultivo envolve um conjunto de novas práticas para prover a obtenção de altas produtividades, associadas ao menor risco de cultivo. Proporcionando uma eficiente alternativa na produção de arroz, terceiro cereal mais consumido no planeta, alimento básico e estratégico na alimentação da população brasileira. O presente projeto objetiva o desenvolvimento e lançamento de novas cultivares de arroz adaptadas às condições de terras altas (sequeiro tradicional e irrigado por aspersão). Para atingir os objetivos propostos, a referida pesquisa foi desenvolvida cooperativamente em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão e Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). Constitui-se do experimento denominado Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), os 20 genótipos elites de arroz de terras altas que foram avaliados, em delineamento de blocos casualizados com 3 repetições. As parcelas foram constituídas por 5 linhas de 4 metros. As características avaliadas foram: Produtividade de grãos, Renda e Rendimento de grãos inteiros, de modo que os genótipos selecionados irão compor o experimento de VCU do programa de melhoramento genético da UFLA em parceria com a própria EMBRAPA e EPAMIG, vislumbrando uma posterior recomendação para o estado de Minas Gerais. Diante dos resultados, as variáveis Produtividade de grãos e Rendimento apresentaram diferença estatística significativa entre os genótipos, e uma correlação positiva entre tratamentos produtivos e de bom rendimento. A renda, mesmo não apresentando valores estatisticamente distintos entre os genótipos, é perceptível a elevação da sua taxa percentual, especialmente se comparadas às médias nacionais e estaduais destes dois parâmetros. Sobre este contexto, é possível qualificar a necessidade de continuidade de seleção destes fatores, visando exprimir mais ganhos destas variáveis e posterior estabilidade dos ganhos. De modo geral, o tratamento CMG 1590 apresentou o melhor desempenho dentre as 3 análises, especialmente em produtividade e rendimento.

Palavras-chave: *Oryza sativa L.*. Melhoramento genético. Produtividade de grãos.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa L.*), cultivated in dryland, today, also known as upland rice, has completely changed its cultivation system, employing high technology in its production. Currently, the aforementioned cultivation system involves a set of new practices to provide high yields, associated with lower cultivation risk. Providing an efficient alternative in the production of rice, the third most consumed cereal on the planet, basic and strategic food for the Brazilian population. The present project aims at the development and launch of new rice cultivars adapted to upland conditions (traditional rainfed and sprinkler irrigated), which should preferably be productive, early, of medium size, tolerant to lodging and main diseases, responsive to environmental improvements (high technology), fine long grain (agulhinha) and 'boas de pan'. To achieve the proposed objectives, this research was developed cooperatively in partnership with Embrapa Arroz e Feijão and Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig). The 20 elite upland rice genotypes that were evaluated in a randomized block design with 3 replications are constituted in the experiment called Value of Cultivation and Use (VCU). The plots consisted of 5 lines of 4 meters. The characteristics evaluated were: Grain productivity, Income and Yield of whole grains, so that the selected genotypes will compose the VCU experiment of the UFLA genetic improvement program in partnership with EMBRAPA and EPAMIG, with a view to a subsequent recommendation for the Minas Gerais state. In view of the results, although the variables Grain yield and Whole Grain Income did not present statistically different values between the genotypes, the productive increase and the increase in the percentage rate of income are perceptible, especially when compared to the national and state averages of these two parameters. . Yield, in turn, showed statistical difference between genotypes, elucidating the relevant existence of genetic variability of this indicator. In this context, it is possible to qualify the need for continuity in the selection of these factors, aiming to express more gains in these variables and subsequent stability of gains. In general, the treatment P 95-8 CNAx18360-B-3-B-B presented the best performance among the 3 analyses.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Caracterização e Panorama da Cultura do Arroz	9
2.2	Histórico da Rizicultura em Minas Gerais.....	11
2.3	Produção	13
2.4	Beneficiamento	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.2	Locais	15
3.3	Genótipos	16
3.4	Condução dos experimentos	17
3.5	Características avaliadas	17
3.5.1	Produtividade (PROD)	17
3.5.2	Renda (REN)	18
3.5.3	Rendimento (RDT)	18
3.6	Análise de dados.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa L.*), é um cereal presente em todos os continentes, sendo cultivado e/ou consumido. Fato que configura sua importância e tese como um componente estratégico na alimentação da população mundial. Devido ao seu excelente balanço nutricional, fornece carboidratos como fonte de energia, proteínas e demais nutrientes requeridos pelo homem. Exibe ainda uma relação de custo/benefício financeiro que faz-se democratizar o seu consumo.

No cenário mundial, a expectativa para a safra 2021/2022 é de 509,9 milhões de toneladas segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), valor próximo é igualmente esperado pelo Conselho Internacional de Grãos, que sinaliza uma produção total de 511,4 milhões de toneladas. China e Índia aparecem como as duas nações que mais produzem o grão no mundo respectivamente, com suas produções somadas representando mais de 50% da produção mundial.

O Brasil neste contexto, se apresenta como o 9º colocado no ranking mundial de produção de arroz, com o posto de maior produtor fora do continente asiático. Segundo a (CONAB 2022), com estimativa de 10.348,2 toneladas de arroz produzidas, o que representa uma redução de 12,1% em relação à safra de 2020/2021. Esta redução, reflexo das perspectivas de queda da produtividade associada à projeção de decréscimo de áreas plantadas com a cultura.

O atual cenário da produção do grão no país, prevê ainda de acordo com a expectativa da (CONAB 2022), que a queda da produtividade média nacional seja em torno de 9,9%. Que em valores nominais representa 6.317 kgs/ha.

Como panorama geral da preferência de consumo, o brasileiro em média opta pelo produto que apresente predominância de grãos inteiros, arroz que é classificado como do tipo 1 – admitindo 10% de grãos quebrados e quítera (CASTRO et al., 1999; MAGHELLY, 2020). Preferência esta que reflete na aceitação e organização de toda a cadeia produtiva do grão. No aspecto físico, a predileção é por grãos da classe longo-fino, à aqueles cuja razão entre comprimento e espessura sejam superiores à 2,75 mm (VIEIRA, 2004). Há ainda a exigência por um grão translúcido, sem a evidência de imperfeições na disposição das proteínas, embora esse aspecto seja indiferente no que diz respeito ao valor nutricional do produto (CASTILLO, 1981).

Além dos componentes de produtivos da cultura que expressam a produtividade média final obtida, outros 2 parâmetros de rendimento industrial são igualmente importantes para a comercialização e remuneração ao produtor. São eles conforme a Instrução Normativa MAPA Nº 06 de 16 de fevereiro de 2009, a Renda e o Rendimento (BRASIL,2009). A renda correspondente ao percentual de arroz beneficiado resultante do beneficiamento do arroz em casca. E o Rendimento, referente ao percentual em peso de grãos inteiros e quebrados oriundos do beneficiamento do arroz.

Diante de determinadas exigências, necessidades e sob a ótica do funcionamento do ecossistema produtivo e comercial em que a cultura do arroz está inserida, o melhoramento genético se destaca como a principal via para atendimento destas demandas. Trazendo consigo a evolução tecnológica disposta sobre as sementes e as suas respectivas cultivares, dotadas de características que venham suprir os gargalos produtivos da cultura.

Portanto, vide a exposição acima, objetivou-se avaliar e selecionar as linhagens elites de arroz de terras altas perante as características; produtividade, renda e rendimento de grãos inteiros. Os genótipos selecionados compuseram o experimento de Valor de Cultivo e Uso do programa de melhoramento genético da UFLA, em parceria com a EPAMIG e EMBRAPA, visando uma posterior recomendação para o estado de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização e Panorama da Cultura do Arroz

O arroz, é uma planta pertencente ao gênero *Oryza L.*, à família *Poaceae* (gramíneas), da subfamília *Oryzoideae*. De modo geral, se reconhece o cultivo de duas espécies deste gênero. O próprio *Oryza sativa L.* e o *Oryza glaberrima Steud* (LU, 1999). Sendo que dentre estas duas espécies, quando se trata de cultivo e consumo em escala mundial e também nacional, se tem predominantemente a utilização do *Oryza sativa*, presente de acordo com a Embrapa Arroz e Feijão, em todos os continentes (EMBRAPA, 2013). A outra espécie, tem seu alcance e aplicabilidade mais restringidas à algumas regiões do continente Africano.

Ao todo, o gênero *Oryza* apresenta 21 espécies selvagens, com distintos conjuntos gênicos (KHUSH, 1997). Enquanto o *Oryza sativa L.* se caracteriza como uma espécie autógama diploide, dotada de flores hermafroditas.

No que tange à sua fundamental importância como alimento para mais da metade da população mundial, destaca-se a sua grande capacidade como alimento fornecedor de energia, em virtude de sua alta concentração de amido, aliado ainda a um adequado provimento de proteínas, vitaminas e minerais, sob um baixo teor de lipídios (WALTER et al., 2008).

Países em desenvolvimento tem sobretudo na cultura do arroz, um componente estratégico para o abastecimento de suas populações. O grão é responsável por fornecer em média 715kcal per capita por dia, 27% dos carboidratos, 20% das proteínas e 3% dos lipídios (KENNEDY et al., 2002). Colocando-o como um dos principais alimentos na dieta destes países.

No Brasil em específico, o arroz executa um importante papel que transcende às barreiras da alimentação. O grão é consumido em toda a extensão territorial e regiões do país, se inserindo e englobando todas as faixas etárias e níveis sociais. Passível de ser considerado um item inerente da cultura e tradição brasileira (ZANIM, 2019).

No vasto território brasileiro, o arroz tem como meios de cultivo os sistemas inundado e de terras altas. O sistema inundado se faz proporcionalmente mais impactante na produção nacional (SOUSA, 2019). Especialmente na região Sul, com destaque ao estado do Rio Grande do Sul, ambos a região e estado com maiores produções respectivamente. Em porcentagem absoluta, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Tocantins, Mato Grosso e Maranhão, representam mais de 85% da produção brasileira total de arroz (SATOS & REIS, 2020). Em termos percentuais, às contribuições de cada estado, tem-se o Rio Grande do Sul com 69,1%, Santa Catarina 11,5% e Tocantins 5,6% (CONAB, 2022).

Colocando o Brasil como o 9º maior produtor mundial do grão, contribuindo com cerca de 1,5% do volume total produzido. Enquanto o seu cultivo e manufatura se dá prioritariamente no continente asiático, tendo China e Índia como as duas principais potências produtoras, responsáveis por mais de 50% do montante total produzido (IGC, 2022).

A imensa e difundida aceitação, consumo, utilização e produção de arroz no Brasil, torna o país um importante centro de pesquisa e avanços tecnológicos para a cultura. Apresentando inovações nos sistemas de cultivo implementados, conseguindo paridade inclusive entre lavouras de arroz irrigado e arroz de sequeiro (NUNES; MARTINS, 2017).

A respeito das preferências de consumo, tem-se que o consumidor brasileiro, de modo geral é propenso a optar por grãos inteiros, polidos, do tipo longo-fino (agulhinha), com aparência translúcida, e ausente de matérias estranhas (FERREIRA; MÉNDEZ DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005).

A inclinação e demanda caseira por grãos longo-fino, permitiu que o Brasil agregasse valor ao seu produto em termos de qualidade, consolidando à sua participação em diversos países e mercados consumidores, tais como na África, América do Sul, Caribe, Oriente Médio e Europa (ABIARROZ, 2020).

Reafirmando a posição do país como um importante player mundial no comércio de arroz. Retificando ainda a congruência da filosofia, pesquisas e avanços por parte dos produtores, pesquisadores, governo e legislação. Solidificando a união entre estes setores e sincronizando a cadeia produtiva do cereal (FERREIRA, 2018).

2.2 Histórico da Rizicultura em Minas Gerais

O cultivo de arroz em Minas Gerais até meados da década de noventa, era caracterizado especialmente em ambientes de baixa tecnologia e pouco responsivos. Tendo sido majoritariamente a cultura do arroz utilizada para abertura de áreas durante o movimento de expansão da fronteira agrícola, e por pequenos produtores rurais como alimento básico de subsistência.

Durante à década de oitenta, o arroz de terras altas chegará a representar 61% da área plantada no estado, e responder por 50% da produção mineira (MINAS GERAIS, 1995). Entretanto, a produtividade se encontrava em baixos patamares, cerca de 1700 kg/ha, associada a um alto risco de cultivo em consequência do déficit hídrico, e recorrente ameaça pela produção de arroz irrigado no Sul do país, que comumente era precedida de menores custos produtivos, o que permitia à comercialização do produto com maiores margens de lucro, além de apresentar grãos com maior qualidade culinária.

Este quadro de empecilhos para a cultura do arroz no estado se acentuou, especialmente com as crescentes na demanda mundial por milho e soja desde o início deste século. Demanda está sobretudo para a produção de biocombustíveis. Esse fator elevou a remuneração e atratividade destas culturas perante aos produtores.

Processo que desencadeou sucessivas quedas nas áreas plantadas com arroz no estado, e redução média das produtividades (CONAB, 2022).

Diante destas conjunturas, o estado de Minas Gerais antes autossuficiente na produção deste cereal, tornou-se um grande importador de arroz, especialmente do Rio Grande do Sul.

Compreendendo que a economia é constituída por ciclos e movimentos de ação e reação, é possível vislumbrar um horizonte de novas oportunidades na cultura do arroz. Algumas

situações já aparentes, como aumentos contundentes no preço do cereal nos últimos anos e reduções dos estoques nacionais e mundiais do grão (IRGA, 2020).

Todo o cenário exposto, justificado ainda pela modernização da agricultura brasileira, que desde meados da década de 1960, trouxe consigo um contexto de desenvolvimento rural e econômico, condicionando evidentes avanços tecnológicos (GONZALES; COSTA, 1998), fica compreensível a necessidade de que os rizicultores do estado de Minas Gerais acompanhassem o processo de inovações e tecnologias propostas e empregadas ao campo.

Somado a isto, tem se a pressão sobre o aumento da temperatura global (efeito estufa), e as diversas consequências que este fenômeno pode acarretar. Impactos para toda a sociedade e setores produtivos. Se atendo à agricultura, o aumento da temperatura média mundial, é capaz de provocar alterações no ciclos das mais variadas culturas. Havendo previsões de que em países tropicais, tal qual o Brasil, à maior evaporação de água e estresses hídricos, poderão causar reduções de até 10% nos potenciais produtivos das lavouras (AMADO & REINERT, 1999).

O gás metano, se configura como um dos agentes mais importantes e influentes no aumento do efeito estufa. E é produzido principalmente em solos naturalmente inundados e em lavouras de arroz cujo sistema de cultivo seja o inundado (AGOSTINETTO et al., 2002). Apresentando uma dinâmica e atividade contundente sobre o aquecimento do planeta Terra.

O arroz cultivado sob inundações, contribui com cerca de 15% a 20% do total de gás metano emitido para a atmosfera (SASS, 1994; IPCC, 1995).

Portanto, vide as informações e entendimento das questões que cercam o cultivo de arroz, em especial no estado de Minas Gerais, faz se prudente presumir a imprescindibilidade de retomar os avanços e posição de destaque de produção deste cereal cultivado em terras altas no estado.

De maneira conjunta e aliado aos interesses de produtores e consumidores, apresenta-se o melhoramento genético como ferramenta para incrementar progresso e prosperidade à cadeia produtiva de arroz no estado, especialmente no sistema de cultivo em terras altas. De modo que o melhoramento genético e o emprego de cultivares melhoradas, seja um dos principais fatores a contribuir com a melhora produtiva das lavouras de arroz (SOARES, 1998).

Em consonância a esta importância do melhoramento genético, ganhos e progressos já foram observados com o lançamento de cultivares modernas, de alto potencial genético de produção, com grãos do tipo longo-fino e qualidade culinária para o sistema de terras altas, haja visto as cultivares BRSMG Caravera (SOARES et al., 2008), BRSM Relâmpago (SOARES et al., 2010) e BRSMG Caçula (SOARES et al., 2013).

Como continuidade à este movimento e lançamento de cultivares voltadas à Minas Gerais, outras variáveis e características devem ser analisadas e selecionadas para compor os materiais. Principalmente às variáveis formadoras de preço e lucro para os produtores, como além das altas produtividades, a renda e o rendimento de grãos. Permitindo boas margens para comércio.

O preço recebido pelos produtores na comercialização do arroz depende de fatores ditados diretamente pela cadeia produtiva do produto, que visa atingir e satisfazer na sua totalidade o mercado consumidor. No processo de comercialização dos grãos que advêm após o beneficiamento (CAPITANI; DE MIRANDA, 2017).

2.3 Produção

A produtividade de grãos para a lavoura de arroz, assim como para todas as demais culturas, é o caráter mais importante a ser avaliado nos programas de melhoramento genético (RAMALHO et al., 2012). É um dos pontos com maior estudo e concentração de esforços, em busca por incrementos e ganhos efetivos.

Por isso, diversos trabalhos remetem aos inúmeros aspectos que interferem positiva ou negativamente nas produtividades finais. Buscando consigo informar e esclarecer quais as melhores práticas a serem adotadas, e aquelas que devem ser evitadas em cada situação.

O uso inadequado e intensivo dos solos, por exemplo, causa uma degradação acelerada de sua matéria orgânica, principal componente da fertilidade dos solos (LOURENTE et al., 2010), o que resulta em última estância, menores produtividades para uma eventual lavoura de arroz.

Em contrapartida, a adoção de estratégias como a do Sistema de Plantio Direto, defere maior proteção dos solos contra erosão e incorpora mais matéria orgânica ao ambiente de cultivo (MOURA NETO; SOARES; AIDAR, 2002) proporcionando melhores condições para as lavouras e um maior potencial produtivo.

Portanto inúmeras circunstâncias influenciam na produtividade final da lavoura de arroz. Produtividade final, definida por meio dos componentes: Numero de panículas m^{-2} , número de espiguetas por panícula, e massa de mil grãos (MARCHEZAN et al., 2005).

Tendo em vista que os componentes número de espiguetas por panícula e massa de mil grãos, se mostraram os mais influentes na produtividade final de grãos (BLANCO et al., 1993; ZAFFARONI et al., 1998).

2.4 Beneficiamento

O arroz após colhido, passa inevitavelmente por um processo de beneficiamento, antes de ser efetivamente comercializado para consumo.

Durante este beneficiamento, o arroz é inicialmente submetido ao descascamento, onde sua casca representa entre 20% a 22% do seu peso total. Na sequência, o arroz agora descascado integral, é levado à etapas de brunição e polimento, retirando o embrião e a película que recobre o grão. No momento do polimento em que se tem a fase de acabamento final do produto e remoção dos resíduos. (CASTRO et al., 1999).

É neste estágio que duas fontes importantes na formação de preço do arroz como produto final se manifestam. São elas a renda e o rendimento de grãos inteiros. Elementos que refletem a qualidade industrial após o beneficiamento, e que são determinantes para o valor comercial dos grãos de arroz (ELIAS et. al, 2012).

Sendo que a porcentagem de grãos inteiros ao final deste processo é o principal atuante sobre o preço final da saca de arroz (CARVALHO et al., 2011).

A definição dos parâmetros de comercialização com base nestes dois aspectos, renda e rendimento de grãos inteiros, é expressa por meio das normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. Estando estas informações contidas na Instrução Normativa nº 6 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 16 fevereiro de 2009 (BRASIL, 2009).

Diversos fatores e origens determinam os percentuais obtidos de renda e rendimento final. Iniciando desde a colheita, onde sucessivos impactos mecânicos podem danificar a estrutura do grão e juntamente com variações climáticas do ambiente, causar fissuras no cereal (KUNZE & HALL, 1965).

O manejo da lavoura em geral, em conjunto principalmente com as características genéticas das cultivares são fortes responsáveis pela maior propensão ao aparecimento de fissuras e redução da qualidade industrial do arroz (BHATTACHARYA, 1980; MARCHEZAN, 1991). Além dos atributos intrínsecos à genética da cultivar, o seu comportamento e resposta à diferentes regimes de manejo e condições de ambiente, atuam significativamente sobre o rendimento de grãos inteiros (CARMONA & GADEA, 1987).

Configurando o melhoramento genético e a busca por cultivares dotadas de atributos que permitam desejáveis valores para esses dois percentuais, uma legítima e contribuinte alternativa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

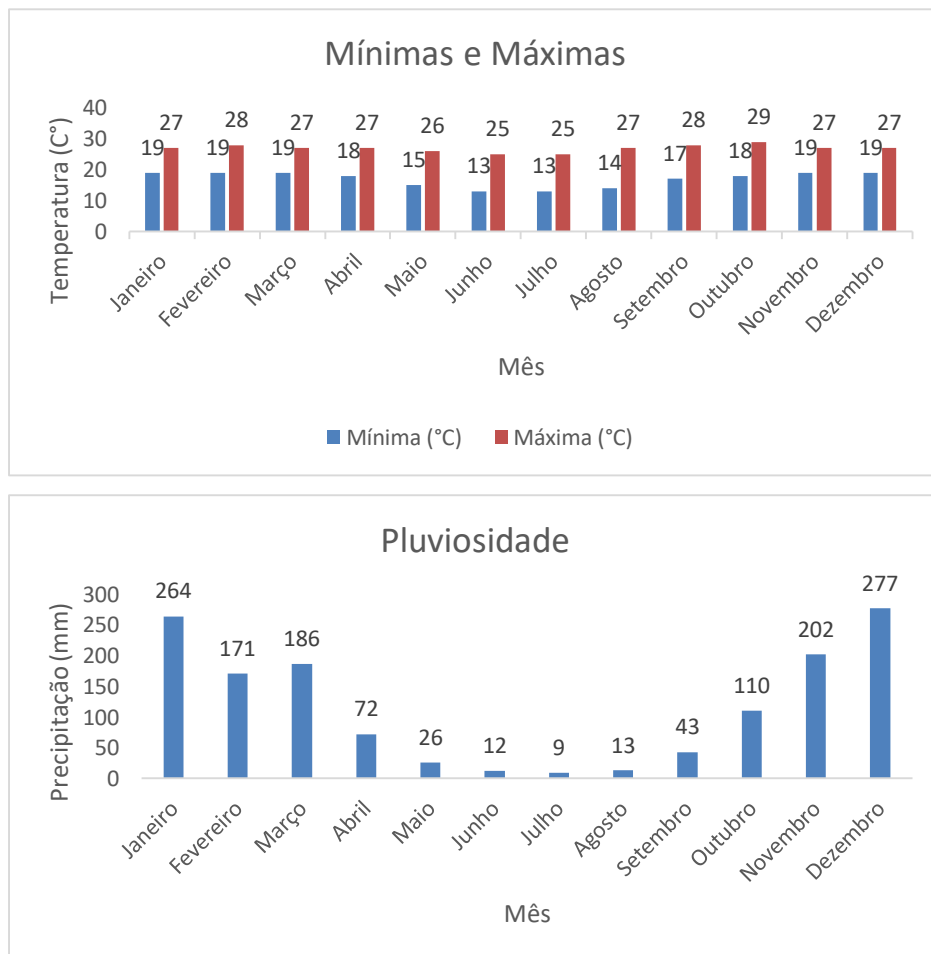
3.2 Local

O experimento foi conduzido no município de Patos de Minas – MG, na unidade experimental da Epamig durante a safra 2019/2020. As coordenadas geográficas, altitudes e tipo de clima, pela classificação Köppen-Geiger, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas e altitude no município onde os experimentos do Ensaio de VCU foi avaliado.

Local	Região	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Clima
Patos de Minas	Sul	18° 34'46" S	46° 31'06" W	940	Aw

Figura 1 e 2 – Temperaturas máximas, mínimas e precipitações médias do município de Patos de Minas.



Fonte: INMET

3.3 Genótipos

Foram avaliadas 20 linhagens de arroz de terras altas, pertencentes ao Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) do Programa de Melhoramento de Arroz de Terras Altas da Universidade Federal de Lavras, em convenio com as instituições EMBRAPA Arroz e Feijão e Epamig Sul de Minas, sendo duas testemunhas, as cultivares BRS Esmeralda com recomendação à nível nacional, e a BRSMG Caçula, com indicação para o estado de Minas Gerais.

Tabela 2 – Linhagens pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético de Arroz de Terras Altas da Universidade Federal de Lavras - MelhorArroz, em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão e Epamig.

Safra 2019/20	
1	P95-8-CNAx18360-B-3-B-B
2	CMG ERF 85-14
3	BRS Esmeralda
4	CMG ERF 221-16
5	OBS1819-51-4
6	BRSMG Caçula
7	P34-1-CNAx18803-B-15-B
8	CMG ERF 81-2
9	CMG ERF 81-6
10	P85-15-CNAx18874-B-5-6
11	P113-3-CNAx18839-B-6-B
12	CMG ERF 85-3
13	CMG ERF 179-3
14	CMG ERF 85-4
15	CMG ERF 222-1
16	OBS1819-126-9
17	CMG ERF 221-19
18	P313-2-CNAx 18901-B-9-B
19	CMG ERF 100-1
20	CMG 1590

3.4 Condução do experimento

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas por duas linhas de quatro metros, com espaçamento de 25cm entre elas. A densidade de semeadura foi de 60 sementes por metro.

A aplicação de fertilizantes em todas as safras foi realizada de acordo com a análise de solo feita nos locais de plantio. Foram aplicados 400 kg de 8-28-16, obtendo as doses de 32 kg de N, 112 kg de P₂O₅ e 64 kg de K₂O nos sulcos. Subsequente houve a adubação de cobertura, 25 dias após a semeadura onde foi se aplicado 40 kg de nitrogênio.

Não houve a utilização de defensivos agrícolas para controle de doenças fungicas, uma vez que se faz necessário a análise dos graus de severidade da doença e níveis de resistência/tolerância das cultivares.

A colheita deu se início conforme a maturação específica de cada linhagem/cultivar presente no experimento, respeitando os seus respectivos ciclos naturais. A colheita foi executada de forma manual, visando à redução de eventuais danos mecânicos aos grãos, que há de se considerar como uma das condições que interfere na variável de rendimento. Os grãos colhidos foram submetidos a secagem à pleno sol no Setor de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, segundo a normativa de Utumi (2008). O arroz colhido e disposto sobre lonas a pleno sol para sua secagem, foi constantemente revolvido afim de potencializar a sua troca de umidade com o ambiente. Esta mesma umidade foi monitorada até que atingisse o valor de 13% com o uso do medidor de umidade Gac 2100.

Na umidade determinada, os grãos passaram pelo processo de limpeza por meio de peneiras. As amostras limpas foram então armazenadas em câmara fria sob temperatura de 10°C por 90 dias, até que fossem iniciados os processos de beneficiamento e avaliações.

3.5 Características avaliadas

Foram realizadas as avaliações dos seguintes caracteres: Produtividade de grãos (g/parcela) ajustada para kg ha⁻¹; Renda (%) e Rendimento de grãos inteiros (%).

3.5.1 Produtividade (PROD)

Foram colhidas as plantas pertencentes a parcela experimental, e os grãos retirados das panículas foram pesados em balança de precisão.

3.5.2 Renda (REN)

Foram obtidas amostras de 100 g de arroz em casca de cada parcela e levadas ao beneficiamento, onde foram descascadas e polidas por intermédio do moinho de provas do modelo Sukuki MT 10, (situado no Setor de Grandes Culturas da Universidade - Lavras-MG) as amostras foram beneficiadas (descascadas e polidas) e por meio do *trieur01* houve a separação dos grãos inteiros e quebrados para a determinação da renda e rendimento dos grãos. A renda foi determinada por meio do cálculo do percentual de massa de grãos inteiros e quebrados após o beneficiamento em relação à massa inicial dos grãos com casca (BRASIL, 2009).

$$Renda (\%) = \frac{\text{Rendimento de grãos beneficiados e brunidos (inteiros+quebrados)}}{\text{Massa de grãos em casca}} \times 100 \quad (1)$$

3.5.3 Rendimento (RDT)

Foi contabilizada a massa de grãos inteiros e quebrados de cada parcela, resultante do processo de beneficiamento dos grãos de arroz. O rendimento de grãos inteiros foi determinado por meio do cálculo de percentual de grãos inteiros, conforme a Equação 2 (Instrução Normativa n. 6, de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA).

$$Rendimento (\%) = \frac{\text{Massa de grãos beneficiados e polidos (inteiros)}}{\text{Massa de grãos em casca}} \times 100$$

3.6 Análise de dados

As análises de variância foram efetuadas individualmente, considerando isoladamente cada característica. A fim de se obter maior precisão na determinação dos ganhos relativos à cada uma.

$$y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Em que y_{ij} é a média da linhagem “i” na repetição “j”. E os demais componentes sendo respectivamente, μ é a média geral; T_i o efeito da linhagem “i”; B_j o efeito do bloco “j”; e por fim E_{ij} o erro associado à observação.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância com significância dos

efeitos verificados pelo teste F, a 5% de probabilidade, procedidas com o auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019). E as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott com significância de 5%.

3.6.1 Análises Estatísticas

Considerando a análise, a partir dos valores estimados dos componentes de variância, foram calculadas as seguintes estimativas:

- a) Coeficiente de variação experimental (CV):

$$CV = \frac{\sqrt{QMr}}{\bar{\mu}} \times 100$$

em que: QMr : quadrado médio do resíduo; μ : média geral;

- b) O teste de probabilidade aplicado foi o de Scott-knott a 1% de probabilidade, para comparação de médias, também no programa estatístico Sisvar (1996).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi empregado a estimativa de coeficiente de variação (CV), para aferição da precisão experimental, conforme apresentado na Tabela 3.

Para uma maior eficiência e assertividade na apuração, análise e seleção dos dados, é imprescindível que os experimentos apresentem alta precisão experimental (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012). De acordo com Pimentel- Gomes (2009) o CV, possui os seguintes parâmetros de classificação: Resultados Inferiores a 10%, alta precisão; entre 10% e 20% boa precisão; no intervalo de 20% a 30% média precisão; e para valores acima de 30% o experimento é classificado como de baixa precisão.

Tabela 3 – Análise de Variância para Produtividade de grãos dos genótipos avaliados

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Genótipos	19	22224158,15	1169692,53	1,821	0,0571*
Blocos	2	5803915,24	2901957,62	4,519	0,0174*
Erro	38	24403030,94	642185,02		
Total	59	52431104,35			
CV %	13,64				
Média Geral	5876,07				

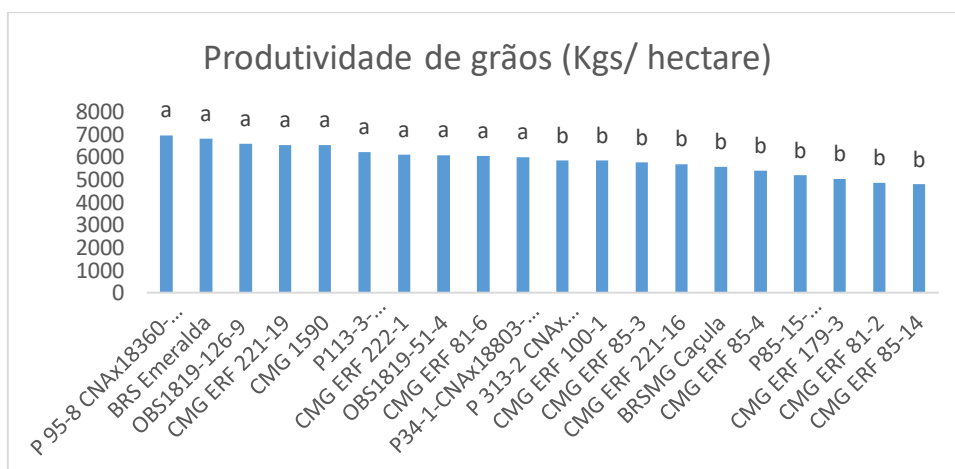
Conforme apresentado na análise de variância acima, para o caractere produtividade de grãos, obteve-se um Coeficiente de Variação (CV%) de 13,64%, classificado de acordo com Pimentel- Gomes (2009) como um CV de boa precisão. Baixas estimativas de CV como a encontrada no experimento em questão, determinam boa precisão experimental (SCHMILDT et al., 2012), fornecendo dados seguros e confiáveis para as seleções por parte dos melhoristas (RESENDE; DUARTE, 2007).

A média geral de produtividade obtida, foi de 5876,07 kg/hectare. Valor este, acima das médias de produtividade do estado de Minas Gerais nos últimos anos, que segundo a Conab (2022), para a safra 2019/20 foi de 4000,00 quilogramas por hectare, na safra 2020/21 de 3500,00 quilogramas ha⁻¹, e no último levantamento para a safra 2021/22 de 3333,33 kgs/ha.

Enquanto a média nacional nestas últimas três safras apresentadas foi de respectivamente, 6715 kgs/ha (2019/20); 7004 kgs/ha (2020/21) e por fim de 6317 kgs/ ha para a safra (2021/22).

Embora a média do experimento tenha sido abaixo da média nacional das últimas três safras, quando analisados individualmente, houveram genótipos que obtiveram produtividades bastante contundentes, superando à média nacional em dois dos três anos considerados acima. É ainda importante salientar que nos dados de média nacional, estão inclusos às médias de produtividade de arroz inundado, naturalmente e historicamente maiores que as do arroz de sequeiro. Foi observado ainda, que 9 dos 20 genótipos apresentaram produtividades acima de 6000,00 kgs/ha. Valor de produtividade considerado elevado, permitindo à classificação dos genótipos como de alto teto produtivo.

Figura 3 – Gráfico de produtividade de grãos obtidos pelas linhagens avaliadas; dados em kgs/ hectare



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

A tabela e gráfico acima, expõem detalhadamente cada um dos genótipos e suas respectivas produtividades.

O teste realizado foi o de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conforme a diferença estatística presume, e sendo possível observar uma discrepância de 2166,02 quilogramas/ hectare entre o tratamento mais produtivo e o menos produtivo, há variabilidade genética entre os tratamentos. Esta disparidade, é um fator considerável, no que tange à rentabilidade do rizicultor na atividade. Considerando especialmente os altos custos de produção da cadeia rizicultora. Custos estes, que segundo à (Conab 2022) no período compreendendo as safras 2019/20 – 2021/22 foi de aproximadamente R\$ 50,00 por saca (60kgs) produzida.

Portanto, estas maiores produtividades observadas, permitem ao produtor, uma maior diluição de custos, comercialização com margens brutas e líquidas mais esticadas e um consequente maior retorno financeiro com a atividade.

É imprescindível ressaltar ainda, o bom desempenho dos genótipos, quando comparados às testemunhas avaliadas (BRS Esmeralda e BRSMG Caçula), ambas cultivares comerciais já empregadas no mercado.

A variável Renda, por sua vez, como já elucidada a sua importância frente a qualidade do arroz para a sua comercialização, haja visto o consumo deste cereal na forma de grão inteiros, sem processo de transformação, obteve os seguintes percentuais abaixo:

Tabela 4 – Análise de variância para renda dos genótipos avaliados.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Genótipos	19	831,49	43,76	0,626	0,861 NS
Blocos	2	224,45	112,22	1,606	0,213
Erro	38	2654,71	69,86		
Total	59	3710,65			
CV %	12,64				
Média Geral	66,1366				

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

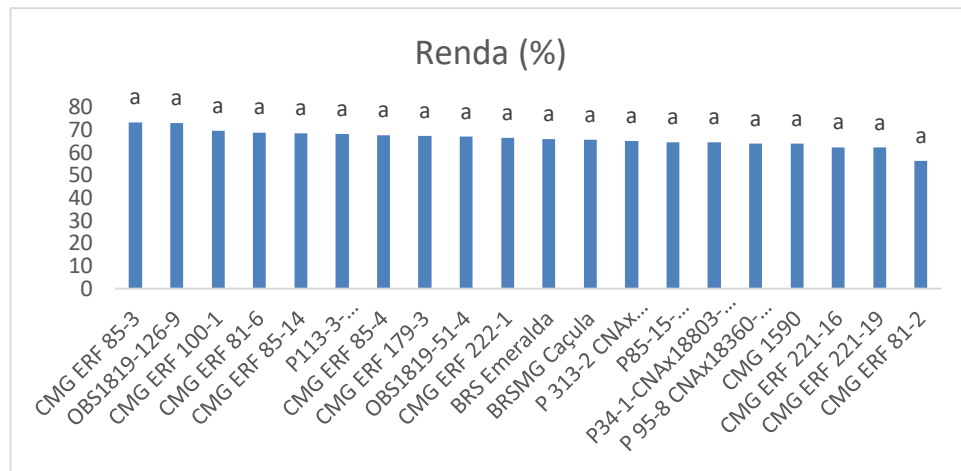
A característica renda de grãos após o beneficiamento, apresentou um Coeficiente de Variação de 12,64%, classificado como bom. E valor médio de 66,1366%.

A renda, em se tratando da recuperação de grãos inteiros e quebrados, após a eliminação da casca e farelo, possui como dinâmica, a particularidade de que quanto maiores os seus valores,

obtidos pela porcentagem em relação ao produto bruto, terá melhor classificação quanto à este parâmetro.

De modo a gerar um maior volume de grãos passíveis de serem comercializados sob melhor classificação. Resultando em maior aceitação e atendimento da demanda dos consumidores finais, e em última estância, maior retorno financeiro ao agricultor.

Figura 4 – Gráfico de Renda (%)



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

Os tratamentos avaliados apresentaram diferença estatística quando comparados entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Elucidando ainda que todos apresentaram valores percentuais satisfatórios, acima de 55%, e com dois genótipos ultrapassando a barreira dos 70%. A diferença estatística expressa com a análise, permite exprimir em futuros ensaios ganhos genéticos com a seleção dos tratamentos superiores.

O último componente avaliado foi o rendimento de grãos inteiros.

Variável resultante do processo de polimento, seguido da separação das frações em grãos inteiros e quebrados. E assim como a renda, um fator preponderante para a obtenção de boas rentabilidades por parte do produtor, agregando valor ao seu produto com maiores percentuais de rendimento de inteiros. Considerado de extrema importância no retorno econômico da cultura (ROSÁRIO NETO, 2018). Fator este, importante para o conseqüente aumento da atratividade da cultura, e áreas e lavouras com a cultura do arroz no estado de Minas Gerais.

Sendo considerado inteiro, o grão descascado e polido que, mesmo quebrado, apresente comprimento igual ou superior a três quartas partes do comprimento mínimo da classe pertencente (EMBRAPA, 1999).

O presente trabalho e programa de melhoramento de arroz, assim como rege à demanda dos consumidores, busca por grãos que sejam classificados na classe Longo-Fino, apresentando comprimento ≥ 6 mm; espessura $\leq 1,90$ mm.

Tabela 5 – Análise de Variância para Rendimento dos genótipos avaliados

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Genótipos	19	6348,02	334,10	5,38	0,00 *
Blocos	2	20,33	10,16	0,16	0,84
Erro	38	2357,90	62,05		
Total	59	3710,65			
CV %	25,39				
Média Geral	31,02				

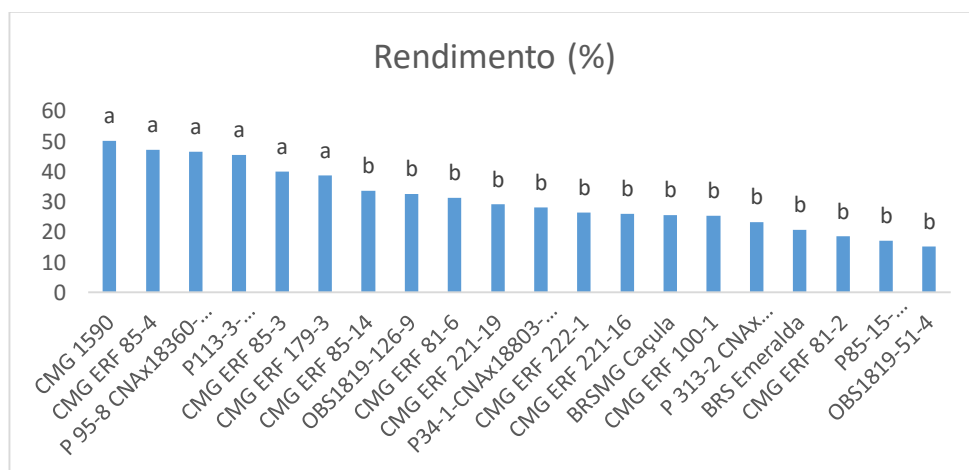
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

Na análise de rendimento, foi atingido um Coeficiente de variação de 25,39%, classificado como de média precisão, e um valor médio de 31,02% entre os tratamentos.

Houve diferença estatística entre os genótipos, possuindo os 6 primeiros tratamentos da tabela acima (CMG 1590; CMG ERF 85-4; P 95-8 CNAx18360-B-3B-B; P113-3-CNAx18839-B-6-B; CMG ERF 85-3; CMG ERF179-3) desempenho superior de rendimento em comparação aos demais, de acordo com o teste de Scott-Knott realizado.

O gráfico abaixo exprime de maneira visual a identificação a dissimetria entre os tratamentos:

Figura 5 – Gráfico de Rendimento (%)



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

Os resultados alcançados, demonstram estatisticamente a variabilidade genética existente entre os materiais avaliados, o que confere a possibilidade de sucesso e necessidade de seleção para este caractere.

Os valores de rendimento, especialmente dos genótipos superiores significativamente, demonstram ainda resultados relevantes para esta variável, que assim como a renda, apresentam dinâmica quantitativa. Portanto, busca-se por materiais que apresentem altos valores de rendimento, tais quais os encontrados neste experimento.

Pode ser observado uma correlação positiva entre as variáveis produtividade e rendimento, situação desejada pelo rizicultor. Os genótipos que apresentaram boas produtividades, também obtiveram destaque quanto aos seus rendimentos. O que em última estância significa maiores produções e boa qualidade industrial, em rendimento de inteiros, para a comercialização das sacas de arroz.

O tratamento CMG 1590 se destacou dentre a variável rendimento, com um percentual acima de 50%, não atingido por nenhum outro genótipo, associado à uma produtividade que superou a barreira dos 6500 kgs/ha.

Fatores estes, evidenciaram a projeção de ganhos com as seleções e ensaios do programa de melhoramento genético.

5 CONCLUSÃO

A produtividade do ensaio, apresentou diferença estatística e trouxe a perspectiva de aumento da produtividade média do estado, apresentando valores acima daqueles historicamente avistados.

A renda mesmo sem a ótica da significância estatística, expressou bons resultados. Com tratamentos superando a barreira dos 70%.

O rendimento por sua vez, também elucidou a existência de variabilidade genética entre os materiais testados. Retornando igualmente às variáveis anteriores, desejáveis valores percentuais.

O genótipo CMG 1590 indicou o melhor desempenho dentre os demais, quando considerados os 3 fatores. Produtividade de 6520,78 kgs/ha; 63,76 de Renda e 50,2% de rendimento.

Ganhos foram evidenciados, e a necessidade de continuidade de seleção afirmada.

REFERÊNCIAS

ABIARROZ. Exportação por destino – Dezembro de 2020 e 2019, **Associação Brasileira da Indústria do Arroz**, v1, n1. dez. 2020.

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A. & BALBINOT Jr, A.A. Potencial de emissão de metano em lavouras de arroz irrigado. **Ci. Rural**, 33:1073-1081, 2002.

AMADO, T.J.C., REINERT, D.J. Qualidade ambiental e plantio direto na 10ª ISCO. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.52, p.34-35, 1999.

BHATTACHARYA, K.R. Breakage of rice during milling; a review. **Science**, v.22, n.3, p.255-276, 1980.

BLANCO, P. H.; VIDA, F. B. P.; CASTRO, L. A.; PORTO, A. Análisis del crecimiento y componentes de rendimento en cultivares de arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais [...]** Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993. p. 74-77.

BRASIL. Instrução normativa nº6, de 16 de fevereiro de 2009. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 de fevereiro de 2009, seção 1, p. 3.

CAPITANI, D. H. D.; DE MIRANDA, S. H. G. Dinâmica no mercado de arroz do mercosul: análise da causalidade de preços e integração com o mercado internacional. **Agroalimentaria**, v. 23, n. 45, p. 89-106, 2017. ISSN: 1316-0354.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, 336-343. 2012

CARMONA, P.S., GADEA, A.D.C. Influência da época de colheita em genótipos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 16, 1987, Camburiú, **Anais [...]** Camburiú, EMPASC, 1987, 366 p. p. 165-165.

BUENO L.C.S.; MENDES A.N.G.; CARVALHO S.P. Melhoramento Genético de Plantas: princípios e procedimentos. Lavras: **UFLA**. 2001.

CASTILLO, D. El grano de arroz: características fisicoquímicas de sus almidones relacionadas con las propiedades mecánicas y de cocción. 1981. 76p. **Tese (Doutorado) – Cuba**.

CASTRO, E. da M.; et al. Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. **Circular Técnica**, 34. 30p. 1999.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2019/20**, v.7, n.12, 2022.

ELIAS, M.; OLIVEIRA, M. D.; VANIER, N. Qualidade do arroz da pós-colheita ao consumo. Pelotas: **Editora Universitária da UFPel**. 626p.2012.

EMBRAPA, Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2. ed. ver. ampl. Brasília, 2013.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Arroz: avanços tecnológicos. Empresa de Pesquisa Agropecuária De Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 1-108, 2020.

FERREIRA, C.M.; FIGUEIREDO, R.S.; LUZ, T.C.L.A. Arroz e feijão: intervenção multiinstitucional em prol do Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 96, 2018.

FERREIRA, C. M.; et al. Qualidade do arroz no Brasil e Padronização. Santo Antonio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 61p. 2005.

FERREIRA, C. M.; MÉNDEZ DEL VILLAR, P.; ALMEIDA, P. N. A. Qualidade e utilização das principais cultivares de arroz de terras altas. In: FERREIRA, C. M.; SOUZA, I. S. F. DE; MÉNDEZ DEL VILLAR, P. (Ed.). **Desenvolvimento tecnológico e dinâmico da produção de arroz de terras altas no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, cap. 3, p. 37-50. 2005.

GONZALEZ, B.; COSTA, S. Agricultura brasileira: **modernização e desempenho. Teoria e evi-dência econômica**, v. 5, n. 10, 1998.

IGC. **Discuss current and prospective grain market developments**. Internacional Grains Council. London: Council sessions. Disponível em: <<http://www.igc.int/en/markets/marketinfo-forecasts.aspx>> Acesso em: Março. 2022.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Convencional**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>> Acesso em março de 2022.

IPPC. Climate change 1994: **radiative forcing of climate change**. New York : Cambridge University, 1995. p.85-87.

KENNEDY, G. et al. Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. **International Rice Commission Newsletter**, v.51, p.33-42, 2002.

KHUSH, G. S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. **Plant Molecular Biology**, Wageningen, v. 35, n. 1/2, p. 25-34, Sept. 1997.

KUNZE, O.R., HALL, C.W. Relative humidity changes that cause brown rice to crack. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, n. 8, p. 396-399, 1965.

MAGHELLY, O. R. et al. Componentes de rendimento industrial de variedades locais de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 50, e65085, 2020. DOI: 10.1590/1983-40632020v5065085.

MARCHEZAN, E. Época de semeadura e rendimento industrial em grãos inteiros de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). Piracicaba, 1991. 106p. Tese (Doutorado) - **Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"**, Universidade de São Paulo.

MARCHEZAN, E.; MARTIN, T. N.; SANTOS, F. M.; CAMARGO, E. R. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em arroz. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 35, n. 5, p. 1027-1033, 2005.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cenário futuro do negócio agrícola de Minas Gerais**. Belo Horizonte, v. 3, 1995. 57 p.

MOURA NETO, F. P.; SOARES, A. A.; AIDAR, H. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 904-910, 2002.

NUNES, C. D. M.; MARTINS, J. F. da S. Eficiência de fungicidas no controle da brusone do arroz irrigado na safra 2015/2016. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 10., 2017, Gramado. Intensificação sustentável: **Anais [...]** Gramado: Sosbai, 2017., 2017.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: **ESALQ**, 451 p. 2009.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B.; NUNES, J.A.R. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. Lavras: **Editora UFLA**. 522p, 2012.

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

SASS, R.L. Short summary chapter for methane. In: MINAMI, K., MOSIER, A., SASS, R. L. (eds). CH₄ and NO₂: global emissions and controls from rice fields and other agricultural and industrial sources. Tsukuba : **National Institute of Agro-Environmental Science**, 1994. p.1-7.

SATO, L.; DOS REIS, J. G. M. Estudo da produção de arroz brasileira e o papel do estado Mato Grosso do Sul. **Agrarian**. Dourados v. 13, n. 50, p. 548-555, 2020.

SOARES, A.A.; SANTOS, P.G.; MORAIS, O.P. de; SOARES, P.C.; REIS, M. de S. & SOUSA, M.A. de. Progresso genético obtido pelo melhoramento genético em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.415-424, mar. 1999.

SOARES, A.A.; REIS, M. de S.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOARES, P.C.; GUEDES, J.M.; COSTA JÚNIOR, G.T.; LEITE, N.A.; SOUZA, M.A. de; DIAS, F.P. 'BRSMG Caravera: Cultivar de arroz para terras altas e de alta qualidade de grãos. **Pesq. Agropec. Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.937-940, 2008.

SOARES, A.A.; REIS, M. de S.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOARES, P.C.; COSTA JÚNIOR, G.T.; GUEDES, J.M.; LEITE, N.A.; SOUZA, M.A. de; DIAS, F.P. BRSMG Relâmpago: an early upland rice cultivar with high grain quality. **Crop breeding and applied biotechnology**, Viçosa-MG, v.10, p.176-179, 2010.

SOARES, A. A. et al. BRSMG Caçula: very early upland rice cultivar for Minas Gerais. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 208-211, 2013.

USDA. Grain and feed annual: Report number: BR2020-0005. United States Departmente of Agriculture: **Foreign Agricultural Service**. 2020. Acesso em março, 2022.

VIEIRA, N. R. A. Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 94-100, 2004.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.

ZAFFARONI, E.; TERRES, A. L.; BEVILAQUA, G. A. P.; ROBAINA, A. D.; LIMA, D.; SILVA FILHO, P. M.; LOPES, R. Análise de caminho nos componentes do rendimento de genótipos de arroz no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 43-48, 1998.

ZANIN, V.; BACCHI, M. R. P.; ALMEIDA, A. T. C. de. A demanda domiciliar por arroz no Brasil: abordagem por meio do sistema Quaid's em 2008/2009. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 2, p. 234-252, 2019.