



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

**Estimação de parâmetros genéticos de características malteiras
de cevada (*Hordeum vulgare* L.) irrigada no Cerrado**

Ricardo Meneses Sayd

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA – DF
1º SEMESTRE/2011

Universidade de Brasília
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV

Estimação de parâmetros genéticos de características malteiras de cevada (*Hordeum vulgare* L.) irrigada no Cerrado.

Ricardo Meneses Sayd

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Renato Fernando Amabile
Eng. Agr., M. Sc. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados
Orientador

José Ricardo Peixoto
Eng. Agr., Doutor em Agronomia (Fitotecnia), professor da FAV/UnB
Orientador

Vitor Antunes Monteiro
Eng. Agrônomo
Avaliador

Brasília-DF, julho de 2011.

Sayd, Ricardo Meneses

Estimação de parâmetros genéticos de características malteiras de cevada (*Hordeum vulgare* L.) irrigada no Cerrado. / Ricardo Meneses Sayd; Renato Fernando Amabile – Brasília, 2011. p. : iii.

Monografia – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

CESSÃO DE DIREITOS.

Nome do Autor: Ricardo Meneses Sayd.

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Estimação de parâmetros genéticos de características malteiras de cevada (*Hordeum vulgare* L.) irrigada no Cerrado.

Ano: 2011

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ricardo Meneses Sayd

QRSW 03 Bl. B2 ap 105

CEP 70.675-322 Brasília – DF

Tel: (61) 2194-8940

E-mail: ricardo_sayd@hotmail.com

AGRADECIMENTOS.

Primeiramente a Deus pelas oportunidades a mim oferecidas e pelas realizações atingidas.

A minha família, que, sempre ao meu lado, incentivou a realização deste trabalho.

Ao meu orientador e amigo Renato Fernando Amabile por tantas oportunidades oferecidas e por todo o conhecimento adquirido durante todo o curso de graduação.

Ao Professor Fábio Faleiro por toda a ajuda e contribuição prestadas neste trabalho de conclusão de curso.

Ao Professor José Ricardo Peixoto que contribuiu para o meu crescimento profissional tanto no decorrer do curso como também me orientando neste trabalho.

Ao Sr. Amilton da Silva Pires pela condução dos trabalhos de campo e por todo apoio prestado nos momentos em que estive no estágio.

Finalmente aos professores e amigos da Embrapa, que contribuíram enormemente para o meu aprendizado e para o meu desenvolvimento profissional, para que eu me tornasse um Engenheiro Agrônomo.

Estimação de parâmetros genéticos de características malteiras de cevada (*Hordeum vulgare* L.) irrigada no Cerrado

Resumo – Conduziu-se, no campo experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF, um ensaio utilizando quatro cultivares elite de cevada (*Hordeum vulgare* L.), BRS 195, BRS 180, BRS Deméter e BRS Sampa no ano de 2009. Foram avaliados os caracteres de qualidade: índice Kolbach, viscosidade, beta-glucanas, cor após fervura, N solúvel, Hartong, friabilidade e extrato visando verificar a herdabilidade e a associação entre os caracteres de qualidade. Foi observada alta herdabilidade, grande contribuição dos fatores genéticos na expressão dos caracteres e a expressão fenotípica foi diminuída ante as influencias do ambiente.

Palavras-chave: 1. Cevada; 2. Caracteres de qualidade; 3. Herdabilidade.

Estimation of genetic parameters of quality characteristics of barley malt (*Hordeum vulgare* L.) under irrigation in Brazilian Savannah

Abstract – Was conducted in the experimental field of Embrapa Cerrados, in Planaltina-DF, an experiment using four elite cultivars of barley (*Hordeum vulgare* L.), BRS 195, BRS 180, BRS Deméter and BRS Sampa in 2009. The traits evaluated for quality were: Kolbach index, viscosity, beta-glucan, boiled wort colour, soluble N, Hartong, friability and extract in order to verify the heritability and association between quality characters. Was observed high heritability, great contribution of genetic factors in the expression of phenotypic characters and the expression decreased compared with the influences of the environment.

Key-words: 1. Barley; 2. Quality characteristics; 3. Heritability.

Sumário.

CESSÃO DE DIREITOS.....	3
AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
SUMÁRIO.....	7
1.INTRODUÇÃO.....	9
2.OBJETIVO.....	10
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1. CERRADO.....	11
3.2. CEVADA.....	12
3.3. SITUAÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA.....	14
3.4. ÍNDICES TÉCNICOS DE MALTE.....	16
3.4.1. EXTRATO.....	16
3.4.2. KOLBACH.....	16
3.4.3. VISCOSIDADE.....	17
3.4.4. BETA-GLUCANAS.....	17
3.4.5. COR APÓS FERVURA.....	18
3.4.6. N SOLÚVEL.....	18
3.4.7. HARTONG.....	18
3.4.8. FRIABILIDADE.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5.1 ÍNDICES DE QUALIDADE MALTEIRA.....	24
5.1. CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS.....	26
5.2. CORRELAÇÕES GENOTÍPICAS.....	27
5.3 HERDABILIDADE.....	29

5.4 VARIÂNCIA E COVARIÂNCIA.....	29
6. CONCLUSÕES.....	30
7. TABELAS.....	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
9. APENSO.....	41
9.1 EXTRATO.....	41
9.2 VISCOSIDADE.....	41
9.3 BETA-GLUCANAS.....	42
9.4 FRIABILIDADE.....	42
9.5 ÍNDICE KOLBACH.....	43
9.6 N SOLÚVEL.....	43
9.7 ÍNDICE HARTONG.....	44
9.8 COR APÓS FERVURA.....	44

1.Introdução.

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) foi uma das primeiras plantas domesticadas pelo homem. Seu centro de origem é a região do Oriente Médio, sendo China e Etiópia considerados centros secundários dessa cultura (HARLAN, 1979).

Sua importância no Brasil teve início a partir de 1930, quando passou a ser cultivada comercialmente para a produção de malte cervejeiro na região Sul do país (ARIAS, 1995).

Na região do Cerrado, a cevada foi introduzida na década de 70 como uma cultura de inverno irrigada, com dois objetivos básicos: suprir a demanda interna de malte e fornecer ao agricultor do Brasil Central uma alternativa para diversificar e integrar o sistema de produção irrigado, assegurando, assim, uma produção total mais estável (AMABILE, 2007). Tem como característica ser uma planta que naturalmente apresenta boa adaptação às condições edafoclimáticas neste bioma, baixa incidência de doenças e elevado potencial produtivo. Deste modo, a cevada entra como opção para a diversificação no sistema irrigado do Cerrado, pois quebra o ciclo de doenças, principalmente as que ocorrem no feijão, tornando o sistema mais equilibrado.

Do ponto de vista industrial e comercial, o grão de cevada produzido no Cerrado mostra-se com grandes vantagens qualitativas. Suas principais características são: sementes limpas, sem a presença de fungos ou resíduos de pesticidas e pode ser malteada logo após a colheita, uma vez que não apresenta período de dormência e ,assim, dispensa longos períodos de armazenagem para completar a maturação dos grãos (AMABILE, 2007).

Como exemplo de utilização desse cereal no mercado interno, tem-se a alimentação animal na forma de grão, feno e silagem (7%), a produção de malte (86%) e outros fins (7%) (MINELLA *et al.*, 2007).

A cevada é o quarto cereal mais semeado no mundo, encontrando-se atrás, apenas, do milho, do arroz e do trigo (FAOSTAT, 2011). No recente

cenário brasileiro, ocorreu uma valorização dessa cultura, tendo em vista a queda na produção ao se comparar a safra de 2008 com a de 2009. Naquela foram produzidas 236 mil toneladas, enquanto nesta, apenas 201 mil, (FAOSTAT, 2011), fato esse que serviu de estímulo aos produtores. Esse fato vem contribuindo para o entendimento da necessidade de importação do produto na forma de malte, o que, na prática, força o Brasil a comprar cerca de 80% do malte consumido, além de utilizar toda a produção interna (FAGUNDES, 2003).

Sendo sua principal utilização a fabricação de cerveja, a obtenção desse tipo de produto - cevada cervejeira - requer dos programas de melhoramento, o atendimento não só das demandas por rendimento de grãos, mas também por genótipos estáveis com uma adequada relação entre os caracteres de qualidade de malte solicitados pela indústria malteira. Ou seja, as cultivares geradas devem não só ter um potencial produtivo, mas conferir ao produto final um perfil de qualidade industrial de malte que atenda à maioria das especificações da indústria cervejeira. Portanto, o melhoramento genético é a primeira estratégia na obtenção de genótipos superiores de cevada adaptados a novos ambientes e às necessidades industriais (MINELLA, 2010).

2. Objetivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as seguintes características de qualidade malteira: índice Kolbach, viscosidade, beta-glucanas, cor após fervura, Hartong, friabilidade e extrato de quatro genótipos elites nas condições irrigadas do Cerrado, visando verificar a herdabilidade e a associação entre os caracteres de qualidade.

3. Revisão Bibliográfica.

3.1 Cerrado.

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ficando atrás apenas da Amazônia. Sua extensão é de aproximadamente 204 milhões de hectares, ou seja, 24% do território nacional. O Cerrado abrange os estados da Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Rondônia e Tocantins e o Distrito Federal. (EITEN, 1993 e EMBRAPA, 2007). A cerca de 25 anos, o enorme potencial agrícola do Cerrado já era discutido, destacando-se a necessidade de uma agricultura de grandes investimentos, tanto em pesquisa, como nos solos (GOEDERT, 1985).

Os solos do Bioma Cerrado são geralmente profundos, de cor vermelha ou vermelha amarelada, porosos, permeáveis, bem drenados e, por isto, intensamente lixiviados. O teor de matéria orgânica destes solos é pequeno, ficando geralmente entre 3 e 5%.

Quanto às suas características químicas, eles são bastante ácidos, com pH que pode variar de menos de 4 a pouco mais de 5. Esta forte acidez é devida em boa parte aos altos níveis de Al^{3+} , o que os torna aluminotóxicos para a maioria das plantas agrícolas (COUTINHO, 2000). Desta forma, faz-se necessário a adoção de corretivos para um plantio eficiente das principais culturas de grãos.

Um dos principais fatores determinantes na produção agrícola deste ambiente é a irregularidade na distribuição das chuvas. Em geral, a precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm. Ao contrário da temperatura do ar, a precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, denominados de veranicos, ocorrem em meio a esta estação das chuvas (SETTE, 2004).

A estação seca apresenta de 3 a 5 meses de duração. No início deste período a ocorrência de nevoeiros é comum nas primeiras horas das manhãs, formando-se grande quantidade de orvalho sobre as plantas e umedecendo o solo. Já no período da tarde, os índices de umidade relativa do ar caem bastante, podendo baixar a valores extremamente baixos, próximo de, apenas, 15% (SETTE, 2004).

Uma alternativa no sistema de produção, que vem sendo usada na época seca, para contornar este problemas de déficit hídrico no Cerrado, é a utilização de irrigação via pivô-central, cuja área estimada é de cerca de 478 mil hectares (0,23% da área total do bioma) (LIMA *et al.*, 2007).

Outra característica associada ao bioma é a grande diferença entre altitudes e latitudes. Devido a isso, ocorre em seu território uma alta diversidade térmica. As temperaturas médias do ar variam de 22 °C a 27 °C. Essas são mais baixas devido à latitude e também pela influência das massas de ar advindas da região Sul do país (ADÂMOLI *et al.*, 1985; e NIMER, 1989).

3.2 Cevada.

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um cereal cultivado há muitos anos. Restos arqueológicos de grãos foram encontrados na região do Crescente Fértil (Oriente Médio), atualmente constituída pelos países de Israel, Iraque, Irã, Turquia, Síria e Jordânia, indicando que a cultura foi domesticada a 8000 a.C. (ZOHARY & HOPF, 1993; e DIAMOND, 1998).

Vavilov (1951), citado por POEHLMAN (1959), descreveu dois centros de origem da cevada. Um compreendendo a Etiópia e o norte da África, com cevadas de aristas compridas. O outro na China, Japão e Tibet com aristas curtas ou sem aristas.

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é uma gramínea pertencente à família das *Poaceae* (antiga *Gramineae*), tribo *Triticeae* e ao gênero *Hordeum*, constituída por duas subespécies: *Hordeum vulgare* e *Hordeum spontaneum*. Tem distribuição ampla, ocorrendo em grande parte das regiões temperadas do

mundo. A espécie *Hordeum spontaneum* é reconhecida como a ancestral imediata de todas as cevadas cultivadas (MINELLA, 2001).

Trata-se de uma planta herbácea com altura entre 60 e 110 centímetros, de ciclo anual e raiz capilar que pode atingir um metro de profundidade. O colmo é cilíndrico, separado por 5 a 7 entrenós, nos quais nascem as folhas. As folhas são verdes, alternas, compridas e largas. As bainhas envolvem o colmo por completo. A lígula e especialmente a aurícula permitem diferenciar a cevada de outros cereais porque são glabras, abraçam o colmo e podem estar pigmentadas por antocianinas. As cultivares de cevada forrageira produzem mais massa verde do que as cultivares de cevada cervejeira, pois suas folhas são mais largas e compridas. As flores são agrupadas em inflorescências do tipo espiga dística com aristas compridas. Os grãos na espiga podem ser alinhados em duas ou seis fileiras. As sementes são compridas, de coloração amarelada na parte externa com um sulco longitudinal (DINIZ, 2007).

As características citadas conferem à cevada grande rusticidade, motivo que explica a existência, desde o início do século XX, de cultivos nos limites do Círculo Polar Ártico, nos Altiplanos do Tibet a 4.600 m de altitude, em climas áridos como o do deserto do Saara ou nas planícies da Índia, coisa impossível a outros cereais (TONON, 1992).

Tamanha adaptação, grande utilização – tanto para a alimentação animal, como para a humana – e a alta qualidade do malte para a fabricação de cerveja justificam a razão pela qual a cevada continua sendo um cereal importante após tantos séculos de cultivo (LOPEZ BELLIDO, 1991).

Segundo ZHOU (2009) a cevada apresenta ampla gama de usos econômicos, sendo produzida principalmente para alimentação animal. Na alimentação tem o mesmo valor nutritivo que o milho, além de ser rica em carboidratos, com quantidades moderadas de proteína, cálcio e fósforo.

Partindo do princípio que a cevada é uma planta de alta adaptação e assumindo uma necessidade de se introduzir o cultivo desta espécie em novas áreas, juntamente com a falta de alternativas econômicas e tecnicamente viáveis para rotacionar com algumas leguminosas (principalmente o feijão e a soja no

Cerrado), a Embrapa tem proporcionado, através do seu programa de melhoramento genético de cevada, genótipos adaptados a esse sistema.

Tendo em vista os esforços promovidos em benefício da introdução da cevada no Cerrado, esta vem se tornando uma realidade economicamente viável para o produtor que utiliza o sistema de produção irrigado. Como resultados desses trabalhos, pesquisas evidenciaram o seu potencial de produção, resistência ao acamamento e teores de proteína condizentes com as demandas agrônômicas dos agricultores e com as exigências das indústrias de malte (AMABILE *et al.*, 2003).

Como a maior demanda da produção de cevada é a fim de suprir as malterias, O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento estabeleceu através da portaria 691/96, normas para a comercialização da cevada para produção do malte.

De acordo com essa portaria a cevada deve atender aos seguintes padrões de qualidade: umidade máxima de 13%; poder germinativo mínimo de 95%; proteína máxima de 12%; pureza varietal mínima de 95%; matérias estranhas e impurezas de no máximo 3%; grãos avariados de no máximo 5%, além de apresentarem cor e cheiro característico de palha. O peso de mil sementes é de aproximadamente 40 gramas (MINELLA, 2003).

A classificação do tamanho dos grãos é de grande valor comercial. A classe 1 ou primeira deve ter grãos inteiros de cevada que fiquem retidos nas peneiras de 2,8 e 2,5 milímetros, e é o tamanho de grão mais valorizado comercialmente.

3.3 Situações mundiais e brasileiras.

A cevada é o quarto cereal mais semeado no mundo, ficando atrás apenas de trigo, arroz e milho (FAOSTAT, 2011). No Brasil os grãos são utilizados principalmente em alimentação animal (7%) e produção de malte (86%) (MINELLA *et al.*, 2007).

Diferentemente, do que ocorre nos Estados Unidos, segundo ZHOU (2009) apenas 25% da produção são usados para produção de malte, com cerca de 80% do total utilizados na produção de cerveja, 14% utilizados na produção de álcool destilado, e 6% usado para xarope de malte, leite maltado e comidas matinais. Uma pequena quantidade de cevada é utilizada na alimentação humana na forma de farinha para mingau.

Quanto à área de produção desde a década de 60 até os dias atuais, constata-se grande queda na área de produção nos principais países produtores. A Austrália é uma exceção, tinha uma área plantada de 1 milhão de hectares e hoje tem aproximadamente 4 milhões de hectares (ZHOU, 2009).

Já no que se refere a produtividade mundial, a cevada teve crescimento expressivo, uma vez que passou de 1,4 para 2,4 t.ha⁻¹. Porém, quando comparada ao milho, essa mostra resultados mais modestos, uma vez que o milho passou de 2,0 para 5,0 t.ha⁻¹ (ZHOU, 2009).

Ainda, no que toca a produção mundial de cevada no ano de 2009, segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, essa foi de aproximadamente 152,1 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 54 milhões hectares, resultando em uma produtividade mundial média de aproximadamente 2,81 t.ha⁻¹. Os maiores produtores mundiais são:

1º) Rússia, com cerca de 23,1 milhões de toneladas colhidas em 9,4 milhões de hectares;

2º) Ucrânia, com 12,6 milhões de toneladas em 4,1 milhões de hectares;

3º) França, com 12,1 milhões de toneladas em 1,8 milhões de hectares;

4º) Alemanha, com 11,9 milhões de toneladas em 1,9 milhões de hectares (FAOSTAT, 2011).

A produção do Brasil, em 2009, teve uma queda de 14% em relação a 2008, obtendo uma produção total de 201.249 toneladas em uma área de 77.452 hectares, alcançando assim em uma produtividade de 2,59 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2011). Valor esse abaixo da produtividade média mundial.

Na produção de sementes os maiores países produtores são:

1º) Rússia com 3,0 milhões de toneladas;

- 2º) Espanha com 850 mil toneladas;
- 3º) Ucrânia com 700 mil toneladas (FAOSTAT, 2011).

3.4 Índices técnicos de malte.

Segundo FOX (2009), a indústria cervejeira considera teor de extrato, índice Kolbach, viscosidade, beta-blucanas, poder diastático e fermentabilidade como os seis principais parâmetros na definição da qualidade do malte.

3.4.1 Extrato.

O extrato é o mais importante indicador de qualidade do malte. Esse indicador tem sua eficiência medida pela quantidade de açúcares fermentáveis. Ele determina a quantidade de álcool que pode ser feita a partir de um determinado número de grãos (XIAOLI JIN *et al.*, 2010). De acordo com FOX (2009), o extrato é a principal característica a ser observada para realizar seleções em variedades em função do malte.

A qualidade do extrato é influenciada por quatro fatores. O primeiro fator é o ambiental e não afeta diretamente o extrato, e sim as características que o influenciam, como proteína e níveis de amido. O segundo fator são as características bioquímicas do grão, seguidos pelos fatores processo de maltagem e trituração do grão (FOX, 2009).

3.4.2 Kolbach.

O Índice Kolbach é outro importante parâmetro de qualidade, ele fornece informações sobre o nível de modificação de proteínas (decomposição) que ocorreu durante o processo de maltagem. Os valores de Kolbach estão em torno de 39-45, embora alguns fabricantes de cerveja podem solicitar níveis fora desse intervalo, dependendo do tipo de cerveja a ser produzida (FOX, 2009).

O índice Kolbach sofre influencia ambiental, assim como do processo de trituração (FOX, 2009).

3.4.3 Viscosidade.

Segundo FOX (2009), a viscosidade é uma das principais características a ser analisada na qualidade do malte. Os principais fatores que influenciam a viscosidade são o teor de beta-glucanas e um polissacarídeo não amídico chamado arabinoxilano. Esses fatores são influenciados pela variedade e pelo ambiente de crescimento (HENRY, 1986).

Altos teores de viscosidade promovem maior tempo de clarificação e dificuldades na filtragem da cerveja, enquanto que baixa viscosidade pode dificultar na dissolução do gás carbônico (FERRARI¹, 2010). BRASIL (1977) estipula que 1,60 m.Pa.s. deve ser o teor máximo de viscosidade.

3.4.4 Beta-glucanas.

As beta-glucanas possuem propriedade de formação de colóides, conseqüentemente causa um aumento da viscosidade, podendo prejudicar o processo de fabricação de cerveja, mais precisamente a etapa de filtração (FERRARI¹, 2010).

A temperatura de trituração tem uma influência sobre a solubilidade de beta-glucanas. PALMER E AGU (1999) demonstraram a diferença de solubilidade de beta-glucanas. Quando malte foi triturada a 45 °C ou 65 °C, foi observado um aumento do nível de solubilização na temperatura de 65 °C.

WALKER *et al.* (2001) sugeriram que no segundo dia da germinação, o nível do beta-glucanas poderia ser usado para indicar se um cultivar teve o potencial desejável de extrato.

¹ FERRARI, ROSANA. Índices técnicos de malte – Malteria do Vale. Comunicação por email, dezembro 2010.

3.4.5 Cor após fervura.

O indicador de qualidade cor após fervura está diretamente relacionado com a cor do produto final. Os aminoácidos e açúcares presentes no mosto sob efeito da temperatura se transformam em compostos melanoidínicos cuja intensidade caracteriza a cor final (FERRARI¹, 2010). É possível afirmar que a partir da cor da mostura, pode-se determinar a cor da cerveja. (PORTALSABERDACERVEJA, 2011).

Atualmente, existe a tendência de se obter baixos níveis de cor, para atender a demanda expressa da indústria malteira (SPIEL, 2010). Porém, elevados valores da cor (EBC), são por vezes desejados, pois maltes que não o pilsen necessitam de valores mais elevados (CASTLE MALTING, 2010 e CRYER MALT, 2010).

3.4.6 Nitrogênio Solúvel.

O nitrogênio solúvel, é parte desmembrada no processo de mosturação a partir do nitrogênio total. Quanto maior a atividade das enzimas proteolíticas durante a malteação maior será o valor o nitrogênio solúvel (FERRARI¹, 2010).

PASSARELLA *et al.* (2003) afirmaram que a quantidade de nitrogênio solúvel no mosto é importante para a sustentação do crescimento das leveduras e de seu metabolismo. Entretanto, um elevado índice de nitrogênio solúvel promove um efeito negativo na estabilidade físico-química da cerveja.

3.4.7 Hartong.

O índice Hartong avalia a atividade enzimática e a solubilização protéica do malte (exceto a alfa-amilase), solubilidade dos aminoácidos o substrato para

¹ FERRARI, ROSANA. Índices técnicos de malte – Malteria do Vale. Comunicação por email, dezembro 2010.

fermentação. Outra função atribuída é de fornecer informações sobre o trabalho de molhamento e moagem (FERRARI¹, 2010). Segundo FUKUDA *et al.* (1999), altos valores de Hartong indicam boa taxa de modificação do malte.

3.4.8 Friabilidade.

A friabilidade é a medida de modificação do grão de malte, estando diretamente relacionada com a viscosidade, filtrabilidade e homogeneidade do malte (FERRARI¹, 2010).

¹ FERRARI, ROSANA. Índices técnicos de malte – Malteria do Vale. Comunicação por email, dezembro 2010.

4. Material e Métodos.

As cultivares utilizadas no micromalteio, foram provenientes do experimento realizado em 2009, no Campo Experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, situada a 15°35'30" latitude S, 47°42'30" longitude e altitude de 1.007 m, num solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, argiloso, sob sistema de irrigação convencional. O Laboratório de Qualidade Malteira do Vale, Taubaté – SP, foi responsável pelas análises de qualidade dos grãos de cevada para produção de malte.

Foram utilizados no experimento os materiais genéticos BRS 195, BRS Deméter, BRS 180 e BRS Sampa (Tabela 2). Os quatro, são cultivares elite de cevada cervejeira.

Para a malteação, método em que ocorre a formação de enzimas e modificação do endosperma (solubilização do amido), os materiais ficaram submersos em água durante 4 horas, colocados para secar por 8 horas, e na sequência, imersos em água por mais 2 horas. Após este processo, as sementes foram colocadas para germinação, em ambiente controlado, por 4 dias, sendo as temperaturas diárias, de 22 °C, 20 °C, 18 °C e 16 °C do primeiro ao quarto dia, respectivamente. As amostras seguiram para o processo de seca e torrefação por 22 horas, dentro de uma estufa com circulação de ar, respeitando a curva de secagem em um ciclo de 4 horas a 55 °C, 11 horas a 65 °C e 3 horas a 80 °C. Subseqüentemente, a torrefação ocorreu num ciclo de 2 horas a 83 °C e por mais duas horas a 85 °C, resfriando a uma temperatura entre 25 °C a 30 °C, por um período de três horas. Os processos de malteação, germinação, secagem e torrefação foram realizados no equipamento conjugado Seeger Typ A1-2008 nr 170/1 (malteação e germinação) e nr 170/2 (secagem e torrefação). A degerminação, procedimento em que são separadas as radículas formadas durante a germinação, foi executada em painéis vibratórios. Posteriormente, o malte obtido foi moído em moinho universal Difu Bühler - modelo TZ 814 P, e passou por um processo padrão de mosturação (Kongressmainchverfahren), normatizado pela EUROPEAN BREWERY

CONVENTION (1987), possibilitando que resultados em diferentes amostras possam ser comparados, assim como seu potencial.

A partir do mosto resultante desse processo, realizaram-se algumas determinações analíticas: viscosidade 8,6 °P (m.Pa.s), cor após fervura (EBC), friabilidade(%), rendimento de extrato M.F. i.a. (%), índice Hartong VZ (45 °C), teor de nitrogênio solúvel (mg/100g), índice Kolbach (%) e beta-glucanas, de acordo com a EUROPEAN BREWERY CONVENTION (1987).

Os dados resultantes foram colocados para análise de variância e as médias foram agrupadas entre si pelo teste (Tukey) a 5% de significância, com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2007). Este teste foi aplicado com objetivo de controlar corretamente as taxas de erro do tipo I e por viabilizar uma análise mais simples de agrupamento de médias (FERREIRA *et al.*, 1999). Para a análise de variância, de cada carácter estudado, foi considerado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij} , \text{ onde:}$$

Y_{ij} = Valor observado relativo da característica da i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ = média geral;

G_i = efeito da i-ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);

B_j = efeito do j-ésimo bloco ($j = 1, 2, \dots, r$);

ε_{ij} = erro aleatório (fatores não controlados), $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Na tabela 1, encontra-se o esquema da análise de variância desse modelo.

Tabela 1. Esquema da análise de variância do modelo em blocos completos casualizados.

FV	GL	QM	E(Q.M.)	F
Blocos	r - 1	QMb	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	
Genótipos	g - 1	QMg	$\sigma^2 + r\sigma_g^2$	QMg/QMe
Erro	(r - 1) (g - 1)	QMe	σ_e^2	

Foram obtidas as estimativas das variâncias genotípica entre os acessos ($\hat{\sigma}_g^2$), fenotípica ao nível de média ($\hat{\sigma}_f^2$) e ambiental média ($\hat{\sigma}_e^2$), herdabilidade ao nível de média (h^2), coeficientes de variação experimental (CVe), genético (CVg) e de correlação relativa (CVr) para cada uma das características analisadas, utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2007), em que:

$$\text{Variância fenotípica entre as médias dos tratamentos} - \hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMg}{r}$$

$$\text{Variância ambiental} - \hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMe}{r}$$

$$\text{Variância genotípica} - \hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMg - QMe}{r}$$

$$\text{Herdabilidade ao nível de média} - h_a^2 (\%) = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{QMg} 100$$

$$\text{Coeficiente de variação experimental} - CVe (\%) = \frac{\sqrt{QMe}}{\bar{x}} 100,$$

onde \bar{x} = média do caráter considerado.

$$\text{Coeficiente de variação genético} - CVg (\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{x}} 100$$

$$\text{Coeficiente de variação relativo} - CVr = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}}$$

Utilizando as estimativas das variâncias e covariâncias fenotípicas, genotípicas e de ambiente, entre os caracteres dois a dois, foram determinadas as correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente conforme KEMPTHORNE (1966), com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2007), por meio das seguintes equações:

Coeficiente de correlação genotípica (r_g) -

$$r_g = \frac{C\hat{v}_g(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2(X) \cdot \hat{\sigma}_g^2(Y)}}$$

Coeficiente de correlação fenotípica (r_f) -

$$r_f = \frac{C\hat{v}_f(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_f^2(X) \cdot \hat{\sigma}_f^2(Y)}}$$

Coeficiente de correlação ambiental (r_a) -

$$r_a = \frac{C\hat{v}_a(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2(X) \cdot \hat{\sigma}_a^2(Y)}}$$

em que:

$C\hat{v}_g(X, Y)$, $C\hat{v}_f(X, Y)$ e $C\hat{v}_a(X, Y)$ = Estimadores da covariância genotípica, fenotípica e ambiental, respectivamente, entre dois caracteres X e Y;

$\hat{\sigma}_g^2(X)$, $\hat{\sigma}_f^2(X)$ e $\hat{\sigma}_a^2(X)$ = Estimadores da variância genotípica, fenotípica e ambiental, respectivamente, do caráter X;

$\hat{\sigma}_g^2(Y)$, $\hat{\sigma}_f^2(Y)$ e $\hat{\sigma}_a^2(Y)$ = Estimadores da variância genotípica, fenotípica e ambiental, respectivamente, do caráter Y.

Para a classificação das correlações adotou-se os intervalos dados por Gonçalves e Gonçalves (1985), citados por GUERRA E LIVERA (1999), onde as intensidades são tidas como: muito forte ($r \pm 0,91$ a $\pm 1,00$), forte ($r \pm 0,71$ a $\pm 0,90$), média ($r \pm 0,51$ a $\pm 0,70$) e fraca ($r \pm 0,31$ a $\pm 0,50$).

5. Resultados e Discussões.

5.1 Índices de Qualidade Malteira.

Além do rendimento, a qualidade do malte cervejeiro é o objetivo de quase todos os programas de melhoramento de cevada cervejeira no mundo. Uma das maneiras que pode simplificar o trabalho dos melhoristas é a análise conjunta de características, levando em conta que elas podem ter correlação de dependência positiva, negativa ou insignificante.

Os valores encontrados para extrato variaram de 77,97% a 81,37% (Tabela 2), valores esses bem próximos aos da especificação (>80%) citada por (FOX, 2009), sendo semelhantes aos valores encontrados por MOLINA-CANO *et al.* (1997), OGUSHI *et al.* (2002a), CAIERÃO (2005) e AMABILE *et al.* (2008).

Quanto a viscosidade foi obtido valores que variam de 1,54 m.Pa.s a 1,62 m.Pa.s (tabela 2). Esses resultados são considerados moderadamente aceitáveis de acordo com os valores especificados por BRASIL (1977), que é de até 1,60 m.Pa.s.. Resultados com números menores que os estabelecidos por BRASIL (1977), foram encontrados por BICHONSKI *et al.* (2000), SILVA *et al.* (2000), OGUSHI *et al.* (2002a) e OGUSHI *et al.* (2002b) e maiores por FUKUDA *et al.* (1999) e AMABILE *et al.* (2008). Altos valores de viscosidade promovem maior tempo de clarificação e dificuldades de filtração da cerveja. Ao contrario, baixos valores podem dificultar na dissolução do gás carbônico.

O índice Kolbach variou de 35% a 52,9% (tabela 2). As cultivares BRS Deméter e BRS 180 ultrapassaram o limite superior estipulado por BRASIL (1977), que é de (45,0%). Valores semelhantes foram encontrados por FUKUDA *et al.* (1999) e SILVA *et al.* (2000). Trabalhos com valores dentro do especificado por BRASIL (1977) foram relatados por KACZMAREK *et al.* (2002), OGUSHI *et al.* (2002a), OGUSHI *et al.* (2002b) e NIE *et al.* (2010).

De acordo com EBC – (European Brewery Convention) o teor de nitrogênio solúvel deve estar entre 680 mg.100g⁻¹ e 850 mg.100g⁻¹. As cultivares

BRS Deméter e BRS 180 superaram esses níveis, ao contrário dos resultados obtidos por MATTHIES (2009) que estão em sua totalidade dentro do especificado.

O nitrogênio solúvel representa o quanto de N é desmembrado pela atividade das enzimas proteolíticas. Sendo que altos valores podem afetar negativamente a estabilidade físico-química da cerveja. Fica assim evidenciado que é necessário um maior controle da atividade das enzimas proteolíticas durante a malteação.

BRASIL (1977) especifica que os valores de beta-glucanas devem permanecer entre 180 mg. L⁻¹ e 300 mg L⁻¹. Valores superiores aos preestabelecidos foram verificados nas cultivares BRS 195 e BRS 180, enquanto os genótipos BRS Deméter e BRS Sampa mantiveram-se dentro dos valores supracitados. EAGLES *et al.* (2005), encontraram altos valores de beta-glucanas, contrastando com OGUSHI *et al.* (2002a), OGUSHI *et al.* (2002b) e AMABILE *et al.* (2008).

Para o índice cor após fervura, BRASIL (1977) estabeleceu que o valor máximo permitido é de 6,0. A cultivar BRS 195 e o genótipo BRS Sampa apresentaram valores abaixo do máximo permitido, enquanto a BRS Deméter e a BRS 180 superaram o limite estabelecido (Tabela 2), assim como o que reportaram SILVA *et al.* (2000) e AMABILE *et al.* (2008).

Os materiais genéticos BRS 195 e BRS Sampa atingiram valores de índice Hartong inferiores ao especificado, por BRASIL (1977) (38,0), semelhante ao encontrado por OGUSHI *et al.* (2002b). Esses índices apontam um baixo poder para modificação do malte. A cultivar BRS Deméter alcançou um valor acima de 50,0, não atingindo a pontuação para qualidade do malte de acordo com BRASIL (1977). FUKUDA *et al.* (1999) e AMABILE (2008) também encontraram altos valores para índice Hartong. A cultivar BRS 180 foi o único material que esteve dentro do padrão estabelecido por (BRASIL, 1977), concordando com SILVA *et al.* (2000).

Os materiais genéticos BRS 195 e BRS Sampa detiveram para friabilidade teores abaixo do exigido (70,0), citado por FOX (2009). Os genótipos BRS

Deméter e BRS 180 ultrapassaram o limite sugerido por FOX (2009), porém inferior aos valores encontrados por SILVA *et al.* (2000), OGUSHI *et al.* (2002a); OGUSHI *et al.* (2002b). A grande variação do índice mostra alta influência ambiental, como citado por OGUSHI *et al.* (2002b).

5.2 Correlações Fenotípicas.

Na avaliação das características de qualidade do malte para produção de cerveja, foram analisadas as correlações existentes entre elas, verificando assim se há possibilidade de fazer seleção conjunta, facilitando o processo de melhoramento genético. A tabela 3 apresenta as correlações existentes entre as característica analisadas.

Foi encontrado uma forte correlação positiva entre extrato de malte e índice Kolbach (0,979) dados confirmados por SWANSTON E ELLIS (1995) e WANG *et al.* (2004). Outras fortes correlações de sinal positivo ocorreram entre Extrato x Hartong, Extrato x Cor após fervura, Extrato x Friabilidade e Extrato x Nitrogénio solúvel. Foi verificado alta e negativa correlação entre extrato e viscosidade (-1,0), confirmando as correlações encontradas por WANG *et al.* (2004) e XIAOLI JIN *et al.* (2010).

O índice Kolbach se relacionou significativa e positivamente com Hartong (0,833). Alta significância foi obtida também entre Kolbach x Cor após fervura (0,972) e Kolbach x N solúvel (0,944). Viscosidade x Kolbach registrou insignificante e negativa correlação de -0,251, confirmando os valores relatados por MOLINA CANO *et al.* (1997), contrastando com a forte e negativa correlação descrita por WANG *et al.* (2004) e XIAOLI JIN *et al.* (2010).

O teor de Beta-glucanas x Viscosidade obteve média e positiva correlação (0,656). A positiva correlação ocorre devido as beta-glucanas apresentarem papel direto na formação de colóides, o que é causa do aumento na porcentagem de viscosidade (MATHER *et al.*, 1997). Trabalhos com semelhantes correlações foram publicados por MOLINA-CANO *et al.* (1997), BHATTY (1999), WANG *et al.* (2004), WANG & ZHANG (2009) e XIAOLI JIN *et*

al. (2010). Beta-glucanas x Friabilidade apresentou forte e negativa correlação de dependência (-0,817).

Foram verificadas fracas e negativas correlações entre Beta-glucanas x N solúvel (-0,311), semelhante ao reportado por SAVIN *et al.* (1997) e SWANSTON (1997), que demonstraram que valores de beta-glucanas estão relacionados com os altos níveis de nitrogênio. Beta-glucanas x Cor após fervura registrou fraca e negativa relação de dependência (-0,296).

O caráter cor após fervura obteve forte relação de dependência com todas as características, exceto com beta-glucanas e viscosidade. A correlação entre Viscosidade x Friabilidade foi negativa e de média magnitude (-0,605).

Foi verificado na tabela 3 relação negativa e de baixa dependência entre Viscosidade x Cor após fervura (-0,399) e Viscosidade x N solúvel (-0,470).

O índice Hartong se correlacionou forte e positivamente com friabilidade (0,840), cor após fervura (0,898) e nitrogênio solúvel (0,957). Houve correlação significativa e negativa entre Hartong x Viscosidade (-0,703) e correlação de fraca intensidade e negativa entre Hartong x Beta-glucanas (-0,476).

Beta-glucanas deteve fraca dependência quando relacionada com nitrogênio solúvel (-0,311) e índice Kolbach (-0,296), também observado por MOLINA-CANO *et al.* (1997); WANG *et al.* (2004) e XIAOLI JIN *et al.* (2010). Friabilidade x Kolbach apresentou alta e positiva relação de dependência (0,787), assim como Friabilidade x N solúvel (0,788).

5.3 Correlações Genotípicas.

Observando a tabela 3, pode-se verificar a semelhança de magnitude e de sinais que ocorre entre os coeficientes de correlações genotípicas e fenotípicas. É verificado também que em valores absolutos os coeficientes de correlações genotípicas são maiores que as correlações fenotípicas.

A correlação genotípica fornece ao melhorista a possibilidade de conhecer a ocorrência de variações em um carácter provocado por seleção praticada em

outro carácter (CHURATA e AYALA-OSUNA, 1996). Entretanto, as estimativas dos coeficientes de correlação genética são escassas na literatura.

Fortes correlações genótípicas foram encontradas em todos os caracteres quando confrontado com friabilidade. As correlações positivas foram obtidas entre friabilidade e Kolbach (0,845), N solúvel (0,971), extrato (0,797), cor após fervura (1,0), Hartong (0,971).

As correlações de negativa dependência foram entre Friabilidade x Beta-glucanas (-1,0) e Friabilidade x Viscosidade (-0,707).

O índice Kolbach alcançou valores máximos e positivos quando correlacionado com cor após fervura (1,0) e extrato (1,0), valor relevante uma vez que Kolbach e extrato são índices de extrema importância na qualidade do malte. Cor após fervura também obteve altos e positivos valores quando confrontado com extrato (1,0) e nitrogênio solúvel (0,998).

O índice Hartong quando correlacionado com outras características, mostrou altos valores tanto positivos quanto negativos. Na tabela 3 são apresentadas as correlações entre Hartong e viscosidade (-0,778), cor após fervura (0,953), N solúvel (0,984), Kolbach (0,851) e beta-glucanas (-0,713).

Contrariamente aos demais caracteres, viscosidade obteve apenas duas fortes correlações genótípicas, já citadas (-0,778 e -0,707). Foram relatadas relações de dependência de média intensidade e sinal negativo entre Viscosidade x N solúvel (-0,522) e Viscosidade x Cor após fervura (-0,512). Negativa e insignificante correlação foi relatada entre Viscosidade x Kolbach (-0,218) e média e positiva correlação entre Viscosidade x Beta-glucanas (0,677).

Satisfatórias correlações de dependência foram observadas entre Extrato x Hartong (0,791) e Extrato x N solúvel (0,973). Quanto a Extrato x Viscosidade (-0,143), insignificante e negativa correlação foi observada; entre Extrato x Beta-glucanas, a correlação foi média e negativa (-0,515).

Beta-glucanas confrontada com cor após fervura gerou uma correlação alta e negativa de (-0,841). Negativa correlação e de fraca significância foram obtidas na interação entre Beta-glucanas x N solúvel (-0,449) e Beta-glucanas x

Kolbach (-0,373). Kolbach se correlacionou forte e positivamente com N solúvel (0,971).

5.4 Herdabilidade.

Os dados que se referem a herdabilidade, apresentaram altos valores, indicando que a variância genotípica para os caracteres avaliados são de grande magnitude.

O extrato de malte apresentou uma herdabilidade (h^2) de 0,90, confirmando o valor encontrado por BICHONSKI (2000). O valor reportado pelo quesito friabilidade foi elevado ($h^2 = 0,75$), contrastando com a baixa herdabilidade encontrada por BICHONSKI (2000).

O indicador de qualidade Kolbach mostrou a maior herdabilidade entre todas as características avaliadas ($h^2 = 0,93$), contrastando com MOLINA-CANO *et al.* (1997) e BICHONSKI (2000), que encontraram valores de 0,39 e 0,36, respectivamente. Os indicadores Hartong e N solúvel apresentaram herdabilidades elevadas ($h^2 = 0,92$ e $0,89$, respectivamente). BICHONSKI (2000) relatou uma alta herdabilidade ($h^2 = 0,75$) para N solúvel, valor semelhante ao descrito na tabela 4 ($h^2 = 0,89$).

Beta-glucanas deteve o menor valor para herdabilidade ($h^2 = 0,46$), portanto de baixa magnitude, diferentemente da alta herdabilidade registrada para cor após fervura ($h^2 = 0,886$). MOLINA CANO *et al.* (1997), descreveram que viscosidade alcançou uma herdabilidade de 0,43, sendo inferior ao valor encontrado nesse trabalho ($h^2 = 0,73$) (Tabela 4).

5.5 Variância e coeficientes de variação.

A partir da análise de variância (tabela 4) pode-se afirmar que a estimativa da variância genotípica foi o principal componente da variância fenotípica entre os genótipos, com exceção para o carácter beta-glucanas, onde a variância ambiental foi superior a genotípica.

Esses valores mostram o adequado controle ambiental e eficiência experimental, devido em grande parte às acertadas práticas agrícolas realizadas na condução do trabalho, design experimental, tamanho da parcela experimental e número de repetições, além do cuidado na avaliação das características.

O coeficiente de variação ambiental (CVe) atingiu alta magnitude para os caracteres beta-glucanas e cor após fervura (56,15% e 20,7% respectivamente). Os valores podem ser explicados pela grande influência ambiental sofrida por essas características, relatada por FOX (2009). Os demais caracteres apresentaram baixos valores variando de 1,3% para extrato até 11,29% para friabilidade.

O coeficiente de variação genotípica (CVg), foi superior aos encontrados para CVe, para as características extrato, Hartong, cor após fervura, N solúvel e índice Kolbach, ou seja, apresentaram coeficiente de variação relativo maior que um ($CVr > 1$), apresentando situações mais favoráveis ao melhoramento. As características viscosidade, friabilidade e principalmente beta-glucanas obtiveram valores de CVg inferior ao CVe, evidenciando uma condição pouco favorável à seleção para estes caracteres, devido a grande influência ambiental nesses indicadores, da mesma maneira como foi relatado para as variâncias (tabela 4).

6. Conclusões.

1. Foi observada a presença de variabilidade genética entre os genótipos de cevada testados em condições irrigadas de Cerrado.
2. As correlações genotípicas foram, em valores absolutos, superiores as suas correspondentes correlações fenotípicas e ambientais.
3. Houve grande contribuição dos fatores genéticos na expressão dos caracteres e a expressão fenotípica é diminuída ante as influencias do ambiente.

4. As elevadas magnitudes das estimativas das herdabilidades indicaram a existência de variabilidade genética, apontando a possibilidade de obter-se ganhos genéticos com seleção para todos os caracteres, com exceção a beta-glucanas.

5. Dentro dos genótipos avaliados, a cultivar BRS Deméter destacou-se, e pode ser utilizada em blocos de cruzamentos por apresentar boa qualidade malteira.

7. Tabelas.

Tabela 2. Resultados das análises feitas pela Malteria do Vale – SP, dos índices de qualidade do malte de quatro materiais elite de cevada. Embrapa Cerrados – Planaltina-DF.

Caracteres	Extrato M.F. i.a.(%)	Hartong VZ (45 °C)	Viscosidade 8,6°P (m.Pa.s)	Cor após Fervura EBC	N.Solúvel i.a. (mg/100g)	índice Kolbach (%)	Friabilidade (%)	Beta Glucanas mosto(%)
Genótipos								
BRS 195	78,05 b	34,55 b	1,62 a	4,02 b	758,07 bc	37,77 b	58,12 b	600,25 a
BRS Deméter	80,1 ab	50,07 a	1,54 a	7,15 a	938,05 a	49,82 a	75,5 a	297,5 a
BRS 180	81,37 a	42,55 ab	1,61 a	7,25 a	889,9 ab	52,92 a	73,7 ab	358 a
BRS Sampa	77,97 b	34,62 b	1,58 a	4,32 b	714 c	34,97 b	67,15 ab	281,75 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Estimativas das variâncias fenotípicas a nível de média (σ_f^2), genotípica (σ_g^2) e ambiental (σ_e^2), da herdabilidade ao nível de média, dos coeficientes de variação experimental (CVe) e genético (CVg), da relação CVr, de cada carácter avaliado para os 4 génotipos de cevada. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Caracteres								
Estima- tivas	Extrato M.F. i.a. (%)	Hartong VZ(45 °C)	Viscosidade 8,6 °P (m.Pa.s)	Cor após Fervura EBC	N.Solúvel i.a. (mg. 100g ⁻¹)	Índice Kolbach	Friabilidade (%)	Beta Glucanas mosto (mg L ⁻¹)
σ_f^2	2,7252	55,2638	0,001350	3,0669	11.317,512	77,9438	61,8156	21.792,2
σ_e^2	0,2675	4,0286	0,000358	0,3469	1.188,098	5,1679	15,0045	11.648,2
σ_g^2	2,4576	51,2351	0,000992	2,7200	10.129,414	72,7758	46,8111	10.144,0
$h^2(\%)$	90,18	92,71	73,45	88,68	89,50	93,36	75,72	46,54
CVe(%)	1,30	9,92	2,37	20,71	8,35	10,36	11,29	56,15
CVg(%)	1,97	17,69	1,97	28,99	12,19	19,44	9,97	26,20
CVg/Cve	1,51	1,78	0,83	1,40	1,459	1,87	0,88	0,46

8. Referências bibliográficas.

AASTRUP, S.; ERDAL, K. Quantitative Determination of endosperm Modification and its Relationship to the content of 1,3:1,4- β -Glucans during Malting of Barley. **Carlsberg Research Communication**, 1980 n. 45, p. 369-379.

ADÂMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G. DE.; MADEIRA NETO, J. S. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.) **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: Embrapa-CPAC; São Paulo, SP: Nobel, 1986. p. 33-98.

AMABILE, R.F.; PIMENTEL, A.P.M.; MINELLA, E.; GOMES, A.C.; VALENTE, C.M.W.; LOPES, F.G.; SOUZÁ, C.V.B. Estudo das densidades de semeaduras nas cevadas AF 9585 e BRS 195 irrigada no Cerrado. In: XXIII reunião anual de pesquisa de cevada, 2003, Passo Fundo. **Anais e Ata**. Passo Fundo, RS. 2003. p.139-148.

AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; OLIVEIRA, M. de O.; FRONZA, V. Cevada (*Hordeum vulgare* L.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Ed.). **101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 263 – 268.

AMABILE, R.F.; MINELLA, E. GUERRA, A.F.; SILVA, D.B. da; ALBRECHT, J.C.; ANTONIAZZI, N. BRS Deméter: nova cultivar de cevada cervejeira irrigada para o Cerrado do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.9, p.1247-1249. 2008.

BHATTY, R. S. Review—The potential of hull-less barley. *Cereal Chem.* 1999. v.76: p.589-599.

ARIAS, G.N. Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur. Santiago: **FAO**, 1995. p.157.

BICHOŃSKI A.; BUREK J., Wartość browarna i plonowanie rodów jęczmienia ozimego ocenianych w latach 1989-1998 [Bewaring quality and yielding of winter barley lines rated in the years 1989-1998]. *Biul. IHAR* 215, 2000. p. 153-160 [in Polish].

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 166, de 12 de abril de 1977. Aprova as especificações para padronização, classificação e comercialização do Malte Cervejeiro ou Cevada Malteada para fins cervejeiros. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 maio 1977. Seção 1. p. 5974.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria no 691, de 22 de novembro de 1996. Aprova a norma de identidade e qualidade da cevada, para comercialização interna. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 nov. 1996. Seção 1, p.24751a 24752.

CAIERÃO, E. *Resultados agronômicos e qualitativos da nova cultivar de cevada MN 743*. Ciência Rural, 2005. **35**(6): p. 141-144.

CASTLE MALTING. Types of malt. Disponível em: <<http://www.castlemalting.com/CastleMaltingOrders.asp?Command=Specifications&Language=English>>. Acesso em: dez. 2010.

COMISSÃO DE PESQUISA DE CEVADA. Indicações técnicas para produção de cevada cervejeira: safras 2001 e 2002. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. p.80.

CHURATA, B. G. M.; AYALA-OSUNA, J. T. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente e análise de trilha em caracteres avaliados no composto de milho (*Zea mays*) Arquitetura. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, p. 628-636, 1996.

CONG NIE; CHANGLU WANG; GUANGTIAN ZHOU; FANGJUN DOU AND MENGMENG HUANG, Effects of malting conditions on the amino acid compositions of final malt, **African Journal of Biotechnology**, 2010 Vol. 9 (53), p. 9018-9025.

COUTINHO, L. M. Cerrado. 2000. Disponível em: <<http://eco.ib.usp.br/cerrado/index.htm>> Acesso em: maio 2011.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Versão Windows – 2007, Viçosa, UFV.

CRYER MALT. Disponível em: <<http://www.cryermalt.co.nz/index.php?id=1>>. Acesso em dez. 2010.

DIAMOND, J. **Guns, germs and steel**. London: Vintage, 1998.

DINIZ, L.T. *Efeito da adubação nitrogenada, via fertirrigação, no nitrogênio da biomassa microbiana do solo e na qualidade de grãos de cevada.*, in *Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.*, **Universidade de Brasília**: Brasília. 2007. p. 102.

EAGLES, H.A.; BEDGGOOD, A.G.J.; PANOZZO, F.; MARTIN, P.J.. Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. **Australian Journal of Agricultural Research**, 1995 v.46:831-844.

EMBRAPA, Agência de Informações. Bioma Cerrado. 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/Abertura.html>>. Acesso em: maio 2011.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. **Cerrado**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993. p.17-73.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION ANALYTICA - EBC. Nurnberg: Verlag Hans Carl, Getränke – Fachverlag, Germany, 1997.

FAGUNDES, M. H. Sementes de cevada. 2003. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: maio 2011. 14 p.

FAOSTAT. Statistical databases. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: maio 2011.

FERREIRA, D.F.; MUNIZ, J.A.; AQUINO, L.H. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos - utilização do teste de Scott-Knott. **Ciência Agrotécnica**, 1999. v.23, n.3, p. 745-752.

FOX, G. P. Chemical Composition in Barley Grains and Malt Quality. In: ZHANG, Guoping; LI, Chengdao (Ed.). **Genetics and Improvement of Barley Malt Quality**. Dordrecht: Springer; Hangzhou: Zhejiang University Press, 2009. p. 63-98.

FUKUDA, K.; SAITO, W.; ARAI, S.; AIDA, Y. Production of a Novel Proanthocyanidin-free Barley Line With High Quality. **Production of a Novel Proanthocyanidin-free Barley Line**, 1999 v. 105, n. 3, p. p.179-183.

GOEDERT, W. J. Potencial agrícola dos Cerrados. In: **Simposio Sobre O Potencial Agrícola Dos Cerrados**, 1985, Goiania. Trabalhos apresentados. Goiania: EMGOPA / Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.1-2.

GUERRA, N.B.; LIVERA, A.V.S. Correlação entre o perfil sensorial e determinações físicas e químicas do abacaxi cv. Pérola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, 1999 v. 21, n. 1, p.32-35.

HARLAN, J.R. On the origin of barley. In: **Barley: origin, botany, culture, winterhardiness, genetics, utilization and pests**. USDA-ARS Agricultural Handbook nº 338. 1979.

HENRY, R.J. Genetic and environmental variation in the pentosan and b-glucan contents of barley and their relation to malting quality. **Journal of Cereal Science** 4, (1986). p.269-277.

KACZMAREK, Z.; SURMA, M.; ADAMSKI, T.; JEZOWSKI, S.; MADAJEWSKI, R.; KRYSTKOWIAK, K.; KUCZYŃSKA, A. Interaction of gene effects with environments for malting quality of barley doubled haploids. **Journal of Applied Genetics**, 2002 v.43, n.1, p. 33-42.

KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**. New York: John Wiley & Sons, 1966. p. 545.

LIMA, J. E. F. W.; SANO, E. E.; SILVA, E. M. da; LOPES, T. S. S. Levantamento da área irrigada por pivô-central no Cerrado por meio da análise de imagens de

satélite: uma contribuição para a gestão dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE, 1., 2007, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: ABRH, 2007.

LOPEZ BELLIDO, L. Cultivos herbáceos: cereales. V.1. Madrid, Espanha. **Mundi-Prensa**. 1991. p. 529.

MATHER, D. E.; TINKER, N. A.; LaBERGE, D. E.; EDNEY M.; JONES, B. L.; ROSSNAGEL, B. G.; LEGGE, W. G.; BRIGGS, K. G.; IRVINE, R. B.; FALK, D. E.; KASHA, K. J. Regions of the genome that affect grain and malt quality in a North American two-row barley Cross. **Crop Science**, 1997 v. 37: p. 544-554.

MATTHIES, INGE E.; WEISE, S.; FÖRSTER, J. AND RÖDER, M. S., Association mapping and marker development of the candidate genes (1 -> 3),(1 -> 4)-b-D-Glucan-4- glucanohydrolase and (1 -> 4)-b-Xylan-endohydrolase 1 for malting quality in barley. **Euphytica**, 2009. 170: p. 109–122.

MINELLA, E. Cevada cervejeira: características e desempenho agrônômico das cultivares indicadas para a região sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. Circular Técnica Online, 04. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci04.htm>. Acesso em: junho 2011.

MINELLA, E. Indicações técnicas para produção de cevada cervejeira: safras 2003 e 2004. In: **XXIII reunião anual de pesquisa de cevada**. Passo Fundo, RS. 2003. p.32.

MINELLA, E.; CIULLA, C.; OPPELT, D.; WOBETO, C.; NOVATZKI, M. Safra brasileira de cevada: resultados 2006. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 26, 2007, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. p. 102 – 105.

MINELLA, E. Demanda em alta, produção em baixa. **Revista A Granja**, jun/2010, n. 738. p. 43-45.

MOLINA-CANO, J.L.; FRANCESCH, M.; PEREZ-VENDRELL, A.M.; RAMO, T.; VOLTAS, J.; BRUFAU, J., Genetic and environmental variation in malting and feed quality of barley, **Journal. Cereal Science**, 1997 v. 25, n.1, p.37–47.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p.422.

OGUSHI, K.; LIM, P.; BARR, A.R.; TAKAHASHI, S; ASAKURA, T; & ITO, K. Japanese barley meets Australia: Quality performance of malting barley grown in different countries. **Journal of the Institute of Brewing**, (2002a) v.108, n.3, p.303–309.

OGUSHI, K.; BARR, A. R.; TAKAHASHI, S.; ASAKURA, T.; TAKOI, K.; ITO, K. Lofty Nijo: A high quality malting barley variety released from an Australian-

Japanese collaboration, **Journal of the Institute of Brewing**, (2002b) v. 108, n.1, p.13–18.

PALMER, G.H. & AGU, R.C. Effect of mashing temperature and endo-b-glucanase on b-glucan content of malt worts. **Journal of the Institute of Brewing** (1999) v.105, p.233-235.

PASSARELLA, V.S.; SAVIN, R.; ABELEDO, L. G.; SLAFER, G.A. Malting quality as affected by barley breeding (1944–1998) in Argentina, **Euphytica**, 2003 v.134, p 161–167.

POEHLMAN, J. M. **Breeding field crops**. New York: Henry Holt and Company, Inc., 1959. p. 151-173.

PORTAL SABER DA CERVEJA disponível:
http://portalsaberdacerveja.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=70:malte-para-cerveja-a-sua-qualidade-e-fundamental&catid=36:tecnicos&Itemid=50 : acesso em: junho 2011.

SAVIN, R.; STONE, P.J.; NICOLAS, M.E. WARDLAW, Ian F. Grain growth and malting quality of barley 2. Effects of temperature regime before heat stress. **Australian Journal of Agricultural Research**, 1997 v. 48, p. 625-634.

SERRA, D.D. **Avaliação da disponibilidade de nitrogênio para o milho (*Zea mays*) em solo do Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, UnB, 2006. 93p.

SETTE, D. M. Os Climas do Cerrado do Centro-Oeste. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2004. 1(1): p. 29-42.

SILVA, D.B. da; GUERRA, A.F.; MINELLA, E.; ARIAS, G. BRS 180: cevada cervejeira para cultivo irrigado no Cerrado, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2000 v.35, n.8, p.1689-1694.

SPIEL, G. **Current and Future Trends in Barley Quality Requirements**. Disponível em:
http://www.cdesign.com.au/proceedings_abts1999/papers/Gary_Spiel.pdf. Acesso em dez. 2010.

SWANSTON, J.S.; ELLIS, R.P.; Differences in malting performance between barleys grown in Spain and Scotland; **Journal of the Institute of Brewing**, 1995, v. 101, n.4, p. 261-265.

SWANSTON, J. S. Waxy Starch Barley Genotypes with Reduced, β -glucan Contents. **Cereal Chemistry**, 1997. v.74: p.452-455.

TONON, J. Cevada: As principais doenças fúngicas. **Correio Agrícola**, São Paulo, 2003. p.12-15.

ULLRICH, S.E.; HAN, F.; JONES, B.L. Genetic complexity of the malt extract trait in barley suggested by QTL analysis. **Journal of the American Society of Brewing Chemists** 1997. 55,1 e 4.

VAVILOV, N. I. The Origin, Variation, Imunity and Breeding of Cultivated Plants (translated by K. S. Chester). **Chronica Botanica**, v.13, n.1-6, 1951.

XIAOLI JIN, S.C.; YONG HAN; JING WANG; KANG WEI; GUOPING ZHANG, *Genetic variants of HvGlb1 in Tibetan annual wild barley and cultivated barley and their correlation with malt quality*. **Journal of Cereal Science**, 2010. **53**(53): p. 59-64.

WALKER, C.; DICKIE, K.; BIAWA, J.P.; UEDA, T. & MULLER, R.E. Prediction of extract potential in new barley cultivars by measuring cell-wall breakdown. **Journal of the Institute of Brewing** 107, (2001). p.167-174.

WANG, J.M.; ZHANG, G.P.; CHEN, J.X.; WU, F.B. The changes of b-glucan content and b-glucanase activity in barley before and after malting and their relation- ships to malt qualities. *Food Chemistry* 2004. v.86: p.223 e 228.

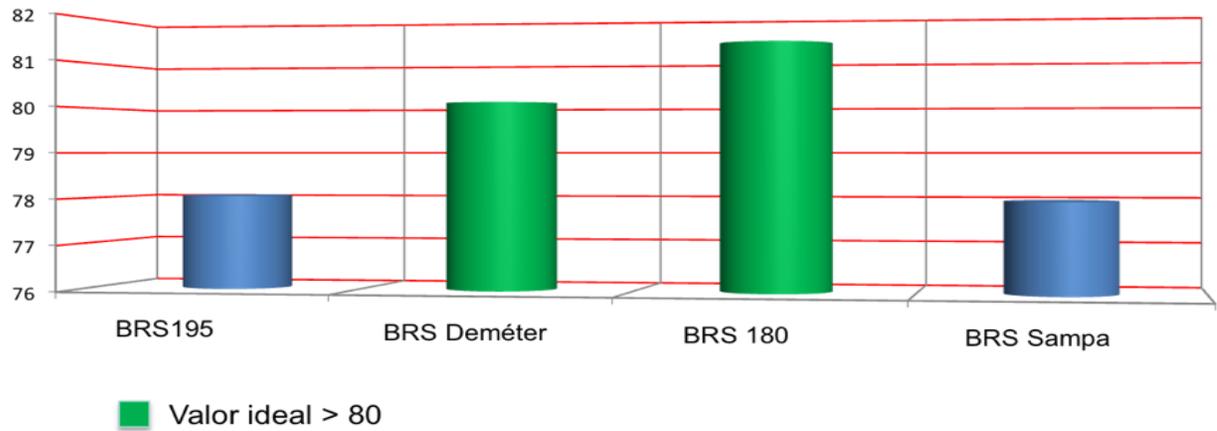
WANG. J.M.; ZHANG, G.P. β -glucans and Arabinoxylans. In: ZHANG, Guoping; LI, Chengdao (Ed.). *Genetics and Improvement of Barley Malt Quality*. Dordrecht: **Springer; Hangzhou: Zhejiang University Press**, 2009. p. 113-142.

ZHOU, M, *Barley Production and Consumption : World Barley Production, Genetics and Improvement of Barley Malt Quality*, **Zhejiang University Press & Springer**, Guoping Zhang, Chengdao Li (ed), 2009. p. 1-16.

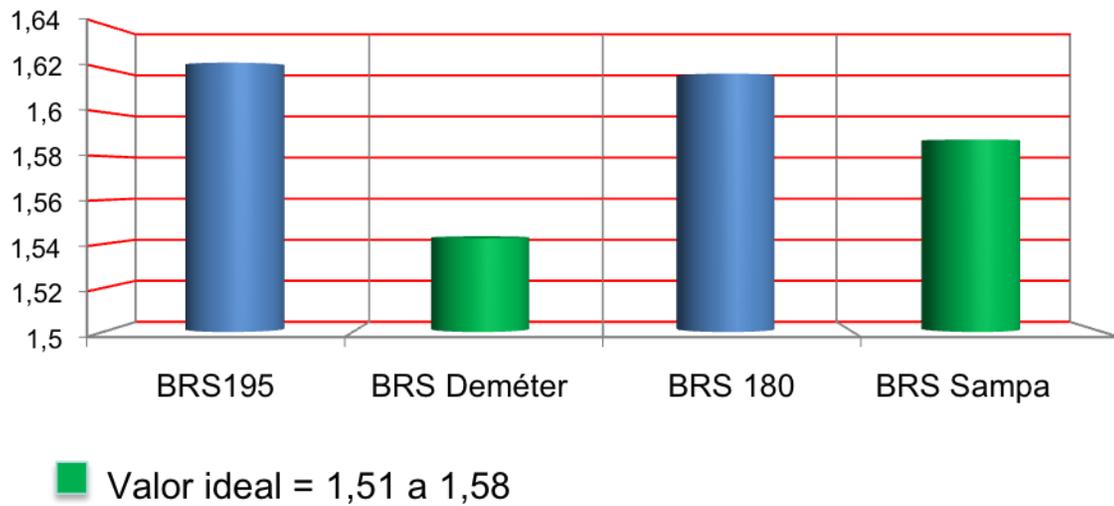
ZOHARY, D.; HOPF, M. **Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley**. Oxford: Clarendon Press, 1993.

9. Apenso.

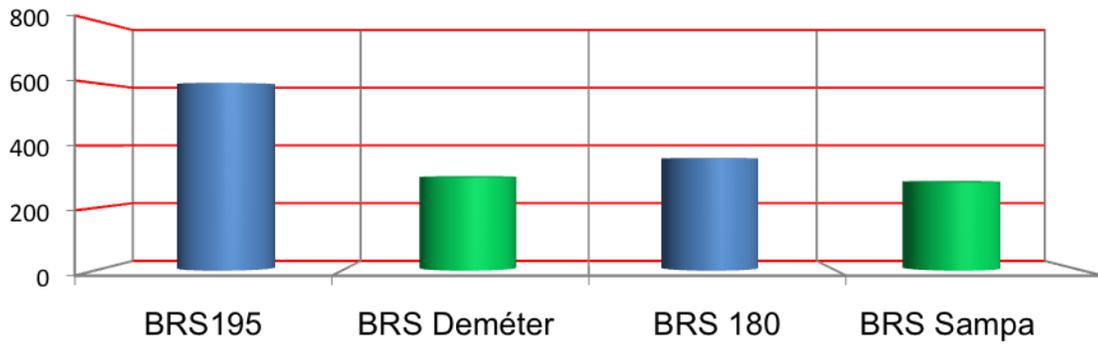
Extrato



Viscosidade

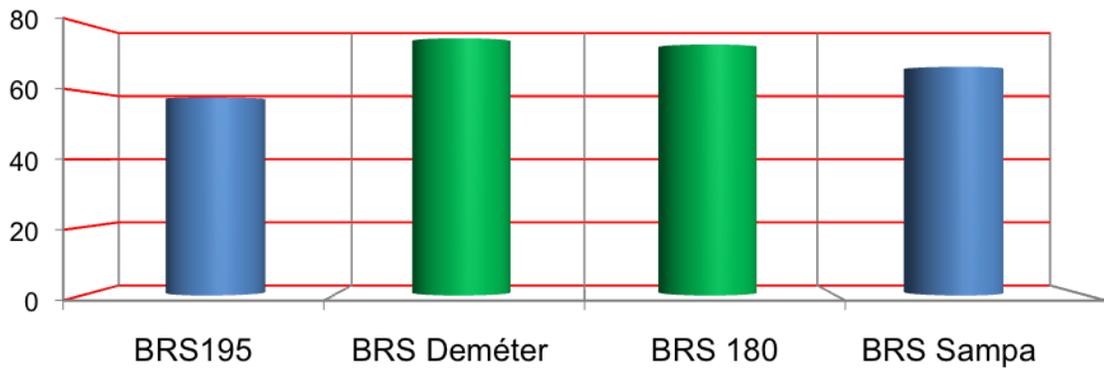


Beta glucanas



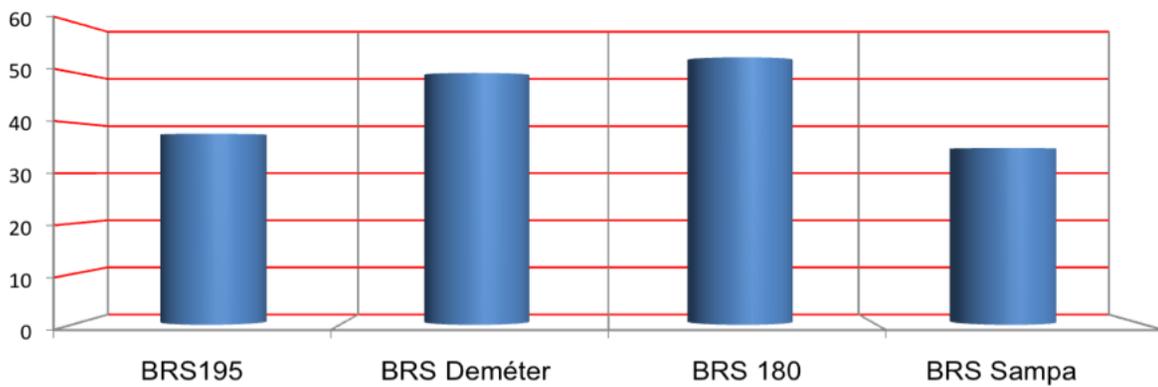
Valor ideal = 180 a 300

Friabilidade



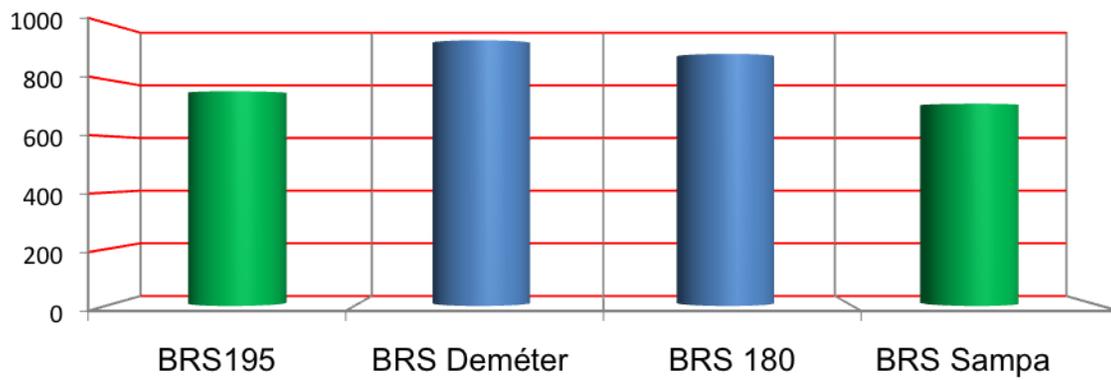
Valor ideal > 70

Kolbach



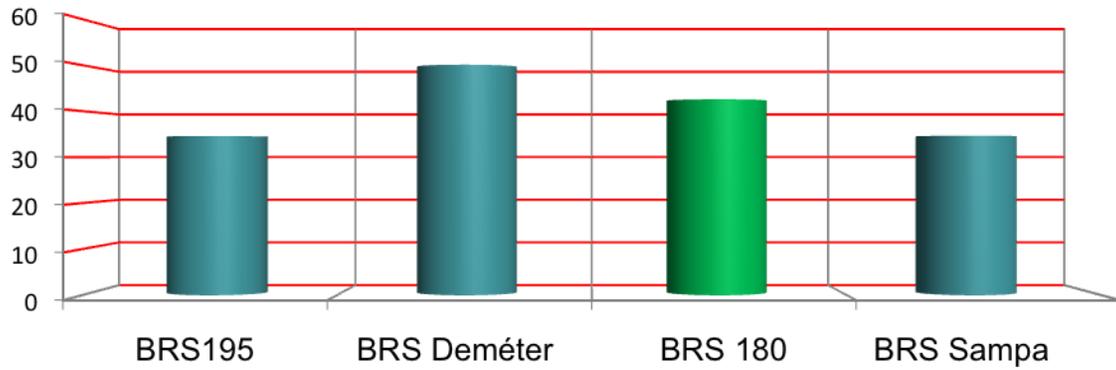
■ Valor ideal 39 a 45

N solúvel



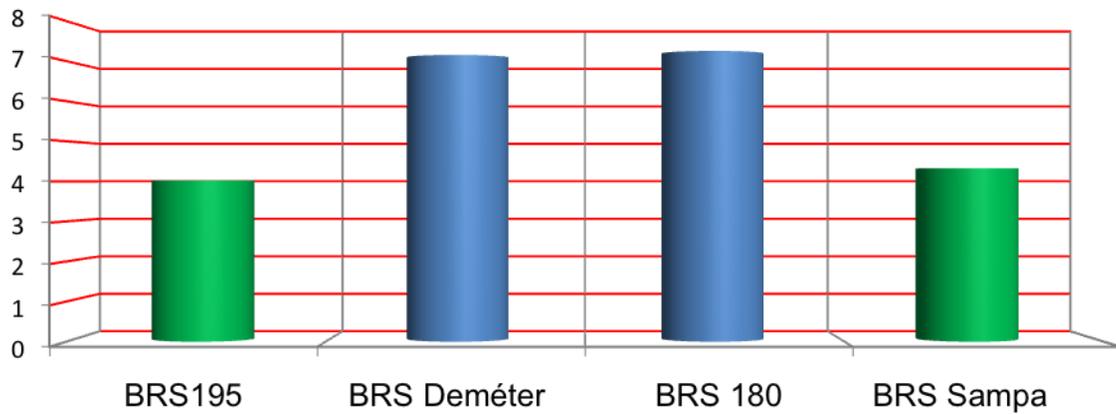
■ Valor ideal = 680 a 850

Hartong



■ Valor ideal = 38 a 42

Cor após fervura



Valor ideal < 6,0 (EBC)