



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE QUINOA COM CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E ESTABILIDADE DE RENDIMENTO NO PLANALTO
CENTRAL**

JULIANA EVANGELISTA DA SILVA ROCHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2008**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE QUINOA COM CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E ESTABILIDADE DE RENDIMENTO NO PLANALTO
CENTRAL**

JULIANA EVANGELISTA DA SILVA ROCHA

ORIENTADOR: CARLOS ROBERTO SPEHAR, PhD

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PUBLICAÇÃO: 287/2008

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2008

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE QUINOA COM CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E ESTABILIDADE DE RENDIMENTO NO PLANALTO
CENTRAL**

JULIANA EVANGELISTA DA SILVA ROCHA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE DE AGRONOMIA
E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE DISCIPLINAS DE
PRODUÇÃO VEGETAL.**

APROVADA POR:

**CARLOS ROBERTO SPEHAR, PhD (Universidade de Brasília)
(ORIENTADOR) CPF: 122.262.116-94 E-mail: spehar@unb.br**

**PLÍNIO ITAMAR DE MELLO DE SOUZA, PhD (Embrapa Cerrados)
(EXAMINADOR EXTERNO) CPF: 109.854.250-91 E-mail: plinio@cpac.embrapa.br**

**JOSÉ RICARDO PEIXOTO, Dr. (Universidade de Brasília)
(EXAMINADOR INTERNO) CPF:354.356.236-34 E-mail: peixoto@unb.br**

BRASÍLIA/DF, 29 de fevereiro de 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

Rocha, Juliana Evangelista da Silva

Seleção de genótipos de quinoa com características agronômicas e estabilidade de rendimento no Planalto Central/ Juliana Evangelista da Silva Rocha; orientação de Carlos Roberto Spehar. – Brasília, 2008.

115 p. ; il.

Dissertação de mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2008.

1. *Chenopodium quinoa*. 2. Diversificação. 3. Cultivar. 4. Estabilidade Produtiva. 5. Sistemas agrícolas. I. Spehar, C. R. II. Título. PhD.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ROCHA, J. E. da S. Seleção de genótipos de quinoa com características agronômicas e estabilidade de rendimento no Planalto Central. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 115 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Juliana Evangelista da Silva Rocha

TÍTULO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Seleção de genótipos de quinoa com características agronômicas e estabilidade de rendimento no Planalto Central.

GRAU: Mestre ANO: 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado 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 dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Juliana Evangelista da Silva Rocha

CPF: 061253086-85

EQN 412/413 bloco A aptº 126

70867-405 – Brasília / DF – Brasil

E-mail: juevangelista@bol.com.br

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2008

Aos meus pais, Trajano e Maria Helena, e minha irmã, Tatiana.
Dedico com o maior amor, carinho, respeito, admiração e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Trajano e Maria Helena, pelo apoio e incentivo para que eu concluísse mais essa etapa. Sem eles jamais chegaria onde estou e me orgulho muito de tê-los como mestres.

Agradeço ao meu orientador, Carlos Roberto Spehar, por todo o entusiasmo, a competência, a inteligência, o dinamismo, a garra, a determinação, a persistência, o amor à Agronomia, os conselhos, as dicas, os ensinamentos e principalmente, o carinho.

Agradeço ao Wellington Pereira Carvalho da Embrapa Cerrados pelo apoio na parte prática dos experimentos e por me disponibilizar seus estagiários, Georgialúcia, Jackeline Leite, e em especial e com muito carinho, meu primo Vítor Augusto Braz Alves, nas avaliações.

Aos funcionários da Embrapa Cerrados por toda a atenção e ajuda. Obrigada Jurandir, Ronaldo, Alcimar, Aguinaldo, Denis, Milton, Domingos, e Sr. Antônio.

A UnB, aos professores e funcionários, pela convivência, pelos ensinamentos e pela acolhida. Em especial, minha colega de mestrado e futuro doutorado, Marília Cristina dos Santos, pela amizade, companheirismo e coragem.

Ao Senhor Alberto Luiz Wanderley, proprietário da Fazenda Moça Terra por ceder sua área, seus funcionários e seu tempo, para a condução do experimento.

Ao Senhor Sebastião Conrado de Andrade da Fazenda Dom Bosco, Cristalina/GO, por disponibilizar sua área, seus funcionários, pelo incondicional apoio nos experimentos, mas também pelo carinho e atenção que me recebeu cada vez em sua casa.

Ao pesquisador da Embrapa Cerrados, Homero Chaid Filho, pelo treinamento em programas estatísticos e pela paciência em me ensinar cada tipo de análise, sempre com muita disposição, atenção e carinho.

Ao Professor Lúcio Vivaldi pelas sugestões e colaboração nas análises estatísticas.

Ao Professor José Ricardo Peixoto pelas dicas, ensinamentos, atenção e carinho que sempre teve por mim, os quais muito me ajudaram na adaptação a Universidade de Brasília.

Aos meus tios, Paulo Roberto e Eliane, e aos meus primos, Karina e Leandro, pelos momentos, principalmente, iniciais em Brasília, por todo carinho, amor e atenção.

E enfim, agradeço com muito amor e carinho minha irmã, Tatiana, pela convivência, amizade, exemplo de garra, determinação, perseverança, coragem e inteligência.

Hoje minha felicidade é pela certeza de dever cumprido. Obrigada a todas as pessoas que estiveram ao meu lado nessa caminhada.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REVISÃO DE LITERATURA	6
1. Características Agro-Botânicas, Genéticas e Químicas	6
1.1.Ciclo	8
1.2.Altura e Arquitetura da Planta.....	10
1.3.Grãos (tamanho, qualidade e ausência de saponina).....	11
1.4.Rendimento	14
1.5.Sanidade	15
1.6.Composição química.....	19
2. Perspectiva	24
OBJETIVO GERAL	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO	35
RESUMO	36
ABSTRACT	37
INTRODUÇÃO	38
REVISÃO DE LITERATURA	42
Métodos de Melhoramento.....	42
Implicações genéticas no melhoramento.....	46
Efeito da variação populacional nos componentes de rendimento.....	49
MATERIAL E MÉTODOS	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
CONCLUSÕES.....	76
NECESSIDADE DE PESQUISA	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS.....	85
ANEXO A: Análises estatísticas.....	86
ANEXO B: Temperatura média e precipitação diária	103
ANEXO C: Lista de siglas	114

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Composição média dos grãos de quinoa comparada a de cereais e leguminosas---22

Capítulo Único

Tabela 1: Análise física das áreas experimentais----- 58

Tabela 2: Análise química e de matéria orgânica das áreas experimentais----- 58

Tabela A.1. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t ha⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), altura de plantas (HP, cm) e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 30 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Embrapa Cerrados, Planaltina - DF 2006. -
-----87

Tabela A.2. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t ha⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 34 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Moça Terra 1, em Planaltina – DF, 2006/2007. -----88

Tabela A.3. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t ha⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 35 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Moça Terra 2, em Planaltina – DF, 2006 - 2007. -----89

Tabela A.4. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t ha⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), altura de plantas (HP, cm) e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 37 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Dom Bosco, Cristalina - GO 2007. -----90

Tabela A.5. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas e tamanho de sementes em genótipos de quinoa semeada em maio, Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, 2006. -----91

Tabela A.6. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas, tamanho de sementes e ciclo em genótipos de quinoa semeada em dezembro, Fazenda Moça Terra 1, em Planaltina – DF, 2006-2007. -----92

Tabela A.7. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas, tamanho de sementes e ciclo em genótipos de quinoa semeada em dezembro, Fazenda Moça Terra 2, em Planaltina – DF, 2006-2007. -----93

Tabela A.8. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas, tamanho de sementes e ciclo em genótipos de quinoa semeada em abril, Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO 2007. -----94

Tabela A.9. Dados originais do experimento de população de progênies de 4.5, Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----95

Tabela A.10. Coeficiente de Correlações entre altura de plantas, produção de biomassa, produção de grãos, peso de 1.000 grãos (PM) e índice de colheita (IC) para os genótipos de quinoa. -----	96
Tabela A.11. Regressão do experimento de população da progênie 4.5. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----	102
Tabela B.1. Temperatura média (T °C) e precipitação (P mm) diária em Planaltina – DF, 2006. -----	104
Tabela B.2. Temperatura média (T °C) e precipitação (P mm) diária em Planaltina – DF, 2006-2007. -----	106
Tabela B.3. Temperatura média (T °C) e precipitação (P mm) diária em Cristalina – GO, 2007. -----	108
Tabela B.4. Precipitação média anual na Fazenda Dom Bosco, Cristalina - GO, 2007. ----	110
Tabela B.5. Turno de rega de pivô central em experimento de entressafra. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----	112
Tabela C.1. Lista de siglas. -----	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo Único

- Figura A. 1** Altura em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----97
- Figura A. 2** Peso de mil sementes em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----98
- Figura A. 3** Rendimento de grãos em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----99
- Figura A. 4.** Índice de Colheita em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----100
- Figura A. 5.** Índice de Colheita em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007. -----101
- Figura B.1.** Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação diária (mm), em Planaltina - DF, no período de maio a setembro de 2006. -----105
- Figura B.2.** Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação diária (mm), em Planaltina - DF, no período de dezembro de 2006 a abril de 2007. -----107
- Figura B.3.** Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação diária (mm), em Cristalina - GO, no período de abril a agosto de 2007. -----109
- Figura B.4.** Precipitação acumulada mensalmente (mm) em Cristalina - GO, no ano de 2007. -----111
- Figura B.5.** Turno de Rega do pivô central. Cristalina – GO, 2007. -----113

RESUMO GERAL: SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE QUINOA COM CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E ESTABILIDADE DE RENDIMENTO NO PLANALTO CENTRAL

A quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) é uma espécie pouco conhecida mundialmente, ainda que seja a base da alimentação nos Andes, sua região de origem e domesticação. Por ser rica em aminoácidos essenciais, que elevam a qualidade da sua proteína, e devido ao seu alto valor nutricional tem ganhado mercado. Planta anual, de ciclo variável em função das condições ambientais no Cerrado, com 80 a 150 dias, mostra-se mais sensível às variações de temperatura do que de fotoperíodo. A época de semeadura varia em função da finalidade da produção, seja de biomassa ou de grãos. Pela grande diversidade desses produtos pode ser usada tanto para a alimentação humana quanto animal. No Brasil, seu consumo é limitado devido ao alto custo do grão importado, ao desconhecimento da população e a baixa disponibilidade de cultivares adaptadas às condições locais. A pesquisa, conduzida no Planalto Central teve por objetivo contribuir para ampliar a adaptabilidade da quinoa às condições de baixa altitude e elevadas temperaturas. A BRS Piabiru, primeira cultivar brasileira, apresenta limitações como ciclo longo e semente pequena. Progenies selecionadas em acessos com variações para essas características, mostraram-se superiores a BRS Piabiru, indicando ganho genético no melhoramento. Os genótipos que se destacaram por rendimento e estabilidade genotípica deverão constituir novas opções de ciclos precoce-médios, sementes de alta qualidade e com maior peso ($g\ 1.000^{-1}$). O trabalho deverá ser continuado, tornando a quinoa uma opção para diversificar os sistemas agrícolas brasileiros.

Palavras-chave: *Chenopodium quinoa*, diversificação, cultivar, adaptabilidade, estabilidade produtiva, sistemas agrícolas

ABSTRACT: SELECTION OF QUINOA GENOTYPES WITH AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND YIELD STABILITY IN THE BRAZILIAN SAVANNAH HIGH LANDS

Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) is a specie little known in the world, although it is the staple of local populations in the Andes of South America, the region of its origin and domestication. Its quality, rich in essential amino-acids, yielding high protein and nutritional values, has gained the market. Annual plant, of variable biological cycle, between 80 to 150 days under the environmental conditions of the Brazilian Savannahs, shows more sensitivity to temperature than to day length variations. Sowing date varies according to the purpose, being either directed to biomass or grain yields. The large quantities of these products make it useful for both humans and livestock. In Brazil its consumption is limited by the high cost of imported grain, being unknown by the population, and the reduced availability of locally adapted. The research, conducted in the Central Highlands, aimed at contributing to further adapt the quinoa to low latitude-high temperature conditions. BRS Piabiru, the first Brazilian cultivar, shows limitations such as the prolonged biological cycle and small seed size. Selected progenies, from accessions possessing variations in these characters, showed superior performance in relation to BRS Piabiru, indicating genetic gain by breeding. The progenies that were outstanding for yield and genotypic stability shall become new options of mid to early cycles, with high seed quality and heavier seeds ($> 3.0 \text{ g } 1.000^{-1}$). The research shall be continued, turning quinoa into a new option to diversify the agricultural systems.

Key words: *Chenopodium quinoa*, diversification, cultivar, adaptability, productive stability, agricultural systems.

INTRODUÇÃO GERAL

A diversificação do sistema produtivo com a introdução de novas plantas biologicamente diferentes dos cultivos graníferos comerciais, permitirá maior opção de rotação de culturas, produção de biomassa para cobertura do solo, preenchimento do vazio existente na entressafra, além de quebra do ciclo de pragas e doenças. Ademais, a oferta de novos produtos contribui para aumentar a renda e agregar valor às atividades agropecuárias.

O Bioma Cerrado apresenta-se em equilíbrio devido a grande diversidade de espécies de seres vivos ocupando nichos em um território pequeno, e pela descontinuidade em que eles aparecem no ambiente. Dessa forma não se observa ocorrência de pragas e doenças epidêmicas, causando danos severos. Entretanto, a substituição da biodiversidade por poucas espécies cultivadas, com estreita base genética, quebra o equilíbrio natural desse bioma (SPEHAR, 2007). Como consequência do monocultivo, tem-se observado a agravamento dos problemas fitossanitários, os quais precisam de solução.

Os sistemas monoculturais, com limitado número de opções, são mais vulneráveis sob o ponto de vista fitossanitário e econômico. Ameaçam a sustentabilidade, e contribuem para acentuar os impactos negativos sobre o meio ambiente, como a redução do teor de matéria orgânica, perdas de nutrientes e de solo e possível redução da produtividade ao longo do tempo. Dependem da estabilidade econômica, a qual é altamente influenciada pelas tendências de mercado. Para reduzir riscos torna-se necessário o emprego da diversificação agrícola, que já é feito por pequenos agricultores, porém sob condições de baixo nível de insumos e uma combinação empírica dos fatores de produção, a qual resulta em atividade de subsistência (SPEHAR; SOUZA, 1993).

O sistema produtivo, para se desenvolver e atingir patamares de estabilidade tem, na medida do possível, de imitar a natureza. Cultivos rotacionados, sucessivos e associados, com

espécies que tenham constituição botânica própria - diferentes gêneros e espécies - são formas de atenuar os impactos biológicos negativos e contribuir para a conservação ambiental (SPEHAR, 2007).

A atividade agrícola é conservadora, talvez, pelos riscos a ela inerentes. As mudanças encontram barreiras e não tem sido fácil a tarefa de introduzi-las no sistema; com a divulgação, cresce o interesse dos agricultores e outros segmentos da sociedade humana, especialmente, os ligados à diversificação alimentar (ALVES, 2007).

A inclusão da quinoa, um pseudocereal exótico, associado à antiga cultura dos Andes, e domesticada pelos povos indígenas muitos séculos antes da descoberta da América, é parte de um trabalho que visa prevenir problemas e tornar a agricultura cada vez mais eficiente, em bases sustentáveis. Além disso, aumentar a diversidade não só contribui para diminuir a pressão biótica como também abre novas perspectivas à exploração econômica.

Pseudocereais, assim chamados pela proximidade em composição organo - mineral à dos cereais, sem, no entanto pertencer à mesma família botânica. Por serem pouco conhecidos ou estudados fora dos centros de origem ou produção, encontram-se limitados em seu cultivo e utilização (SPEHAR, 2002).

No Brasil, o plantio da quinoa é recente; sua introdução ocorreu nos anos 1990, como parte de um esforço para diversificar o sistema de produção no Bioma Cerrado (SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Desde a década de 1980, quando se iniciaram as pesquisas, até a atualidade, tem se observado aumento do consumo. A área plantada, ainda que seja incipiente, tem potencial de crescer, para atender a demanda, suprida por produto importado. Preços atrativos fazem aumentar o interesse de produtores, pesquisadores e indústria em obter mais informações sobre a planta e seus benefícios.

A Embrapa Cerrados, em parceria com a Universidade de Brasília, iniciou um plano de marketing que inclui além do fornecimento de informações sobre a planta e seu cultivo, a

distribuição de pequenas amostras de sementes suficientes para o plantio de 2 hectares, de forma que os interessados possam se familiarizar com a cultura e multiplicarem suas próprias sementes. Esta forma de fomento tem por objetivo aumentar o conhecimento sobre a planta e a sua área plantada.

Mesmo diante da importância crescente, o cultivo de quinoa ainda se restringe aos Andes. Peru e Bolívia são os maiores produtores, com 32,6 e 25,3 mil toneladas, seguidos pelo Equador, em bem menor escala (FAO, 2006). Outros países da América como EUA, Canadá e países europeus cultivam áreas pouco expressivas, não aparecendo nas estatísticas mundiais.

Desde a ocupação dos espanhóis na América, a quinoa tornou-se uma cultura marginalizada e a área sob cultivo foi significativamente reduzida, tanto pelo êxodo rural quanto pela introdução da cevada e do trigo na alimentação local. De acordo com Carbone-Risi (1986) citado por Spehar e Santos (2007 e), depois da conquista espanhola, seu cultivo caiu em declínio provavelmente para reduzir a importância que essa granífera representava para os povos, a sociedade e a religião daquele local. Entretanto, agricultores andinos conservaram as sementes e continuaram seus cultivos em pequenas áreas.

Segundo historiadores, a importância que se dava ao grão era tanta que o próprio imperador inca iniciava anualmente o plantio, usando ferramentas de ouro maciço. O ritual prosseguia após a colheita com a quinoa sendo colocada em potes de ouro e oferecida ao Deus Sol (EMBRAPA, 2007).

A busca por alimentos alternativos, como fonte de nutrientes específicos, torna-se cada vez mais importante no sentido de melhorar a nutrição humana e maximizar o rendimento dos animais domésticos (SPEHAR, 2002). A redescoberta desse grão se deu pelo seu impressionante valor nutricional, principalmente em países desenvolvidos. A procura fez

surgir um mercado crescente e estimulou os países andinos, atualmente maiores produtores, a voltar-se ao mercado externo.

Pela quantidade de biomassa que produz a quinoa, constitui alternativa para proteção do solo em plantio direto no Cerrado (SPEHAR, 1998; SPEHAR; LARA CABEZAS, 2000, citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Além disso, com as vantagens de utilizar baixa quantidade de sementes, de acrescentar diversidade ao sistema produtivo, de contribuir para a redução dos custos do cultivo principal e de ser utilizada na alimentação humana e animal, a quinoa torna-se atrativa e possibilita atender rapidamente a demanda dos agricultores.

Entretanto há necessidade de disponibilizar aos agricultores cultivares que apresentem mais adaptabilidade às condições do Cerrado Brasileiro. A única cultivar lançada no Brasil, até o momento, é a BRS Piabiru que apresenta as inconveniências de ter o número de dias da emergência a maturação muito prolongado, além de apresentar sementes pequenas. Essas características agronômicas indesejáveis fazem com que o plantio de quinoa seja ainda incipiente no Brasil.

O Centro Oeste é a região do Brasil que mais investe em tecnologias de rotação e sucessão de culturas, com 30% de participação no mercado, com cerca de 1.400.00 hectares, seguidos do Sudeste e do Nordeste. Dessa forma recomenda-se o cultivo de quinoa na região do Distrito Federal e no Sudoeste Goiano, além de áreas de Cerrado com distribuição de chuva bem definido durante no ano.

A quinoa pode ser utilizada no cultivo de verão, em safrinha (sucessão) e inverno sob irrigação. Assim, cultivares precoces têm mais chance de serem utilizadas em rotação, antecipação ou sucessão, pois o ciclo reduzido permite que em safra de verão, a umidade excedente possa ser utilizada para o cultivo de milho, por exemplo, em safrinha. Ou mesmo quando a quinoa for usada em sucessão à soja precoce, aproveitando os resíduos da fertilidade do solo, e da fixação do nitrogênio atmosférico. Isto, contudo, sem estender-se por períodos

de extremos de stress hídrico. Quando cultivada em inverno, o ciclo precoce evita que a colheita ocorra no início das chuvas, o que compromete a qualidade dos grãos.

O tamanho e qualidade dos grãos é outro fator relevante no estabelecimento dessa cultura, os quais apresentam qualidades nutricionais desejáveis ao consumo humano e animal. O mercado consumidor exige um grão grande, de coloração clara, com ausência de saponina e de boa qualidade sanitária.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Características Agro-Botânicas, Genéticas e Químicas

Por séculos, a quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) tem sido aproveitada pelos habitantes dos Andes tanto por sua qualidade nutricional como pelo fato da planta crescer sob condições de temperatura e umidade excepcionalmente baixas. Sabe-se que as proteínas das suas sementes possuem propriedades nutritivas excelentes, superando a da maioria das leguminosas e cereais consumidos pelo ser humano (RUIZ, 1979).

Sua classificação botânica apareceu pela primeira vez em 1798 em “Species Plantarum”, sobre material procedente do Chile (WALL, 1952 citado por RUIZ, 1979). A definição de gênero e espécie foi feita por Luis Christian Willdenow (NARREA, 1976 citado por RUIZ, 1979). Pertence à família das Chenopodiaceae, a mesma de outras plantas alimentares, com a beterraba e o espinafre, e medicinais como a erva de santa maria ou mastruz (*Chenopodium ambrosioides*) (SPEHAR; SANTOS, 2007 e). O gênero *Chenopodium* distribui-se por diferentes regiões do mundo, com várias espécies, estando identificadas cerca de 250 (GIUSTI, 1970 citado por SPEHAR, 2007 e) e 3120 variedades (WIKIPEDIA, 2007).

O número de cromossomos e as ploidias existentes nas diferentes espécies de *Chenopodium* permitem o isolamento natural. Isto, *per se*, impede que haja cruzamentos interespecíficos naturais, que seriam indesejáveis no cultivo comercial (SIMONDS, 1965 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Portanto, não há possibilidade de surgirem híbridos naturais que se constituiriam em ameaça, como plantas infestantes do sistema agrícola.

A quinoa é uma planta herbácea, anual, com mais de um metro de altura, cuja cor pode variar desde o verde até a púrpura, de folhas alternadas e pecioladas. A inflorescência é

uma espiga de flores hermafroditas (NARREA, 1976 citado por RUIZ, 1979), que pode ser do tipo amarantiforme ou glomerulada. A ocorrência e deposição de oxalato de cálcio nas folhas, em forma de grânulos, perceptíveis ao toque dos dedos, lhe possibilita reter umidade, característica desejável na tolerância à seca (SPEHAR; SANTOS, 2002). A profundidade e ramificação do sistema radicular pivotante fornece resistência ao estresse hídrico em veranicos, sendo esta uma outra vantagem da quinoa (SANTOS, 1996).

O fruto é um aquênio composto de grãos discóides, pequenos, com cores variadas, de 2 a 2,5 mm de diâmetro com embrião anular de 1,2 a 1,6 mm de largura (NARREA, 1976; MAZZOCCO; RIETTI, 1941 citados por RUIZ, 1979). Fazendo-se um corte transversal do fruto pode-se observar, entre outros, um espórito jovem e parcialmente desenvolvido com a presença de dois cotilédones (CORNEJO, 1976 citado por RUIZ, 1979).

Com as descobertas das propriedades da quinoa, seu cultivo passou a despertar interesse mundial. Na América, pode ser encontrada desde o Canadá até o sul do Chile, tomando nomes diferentes como quinoa ou quinua no Peru, Chile, Argentina e Bolívia. Na Colômbia é conhecida como suba (JUNGE, 1973 citado por RUIZ, 1979).

A planta pode ser usada tanto para o consumo animal quanto para o humano, nas fases do seu desenvolvimento. Quando nova, a parte superior pode ser colhida e usada como espinafre. Apresenta uma quantidade maior de oxalato de cálcio, parte do qual pode ser eliminada via o cozimento. Quando se inicia a diferenciação floral, os botões podem ser consumidos cozidos da mesma forma que o brócolis. Com o avanço na fase reprodutiva, pode-se utilizar a planta triturada, como forragem aos animais domésticos; em variedades tardias, o corte pode ser realizado pouco antes da floração. A planta rebrota e ainda produz grãos (TAVÁREZ et al, 1995, citado por SPEHAR, 2007).

O cultivo em larga escala é favorecido por ser excelente alternativa de produção pelo fato de que na planta de quinoa tudo se aproveita, desde as folhas, flores até os grãos, podendo ser consumido em natura por animais e cozido por humanos.

1.1. Ciclo

A quinoa é uma planta anual, caule ereto verde, vermelhos ou verdes com estrias vermelhas, inflorescência diferenciada e terminal, com ciclo variável em função da latitude e da altitude de origem. Nas condições de Brasil Central pode variar de 80 a 150 dias (SPEHAR; SANTOS, 2002). É classificada como planta de dias curto, ainda que se tenha originado em uma latitude em torno de 14 °S (provavelmente o Lago de Titicaca entre Bolívia e Peru). Isto significa que floresce quando os dias diminuem seu comprimento (NELSON, 1968 citado por SPEHAR; SOUZA, 1993). Mostra-se também sensível às variações de temperatura (CARBONE-RISI, 1986 citado por SPEHAR; SOUZA, 1993). Quando semeada em dezembro, o ciclo tende a se prolongar devido os dias serem longos (SPEHAR; SOUZA, 1993).

O desenvolvimento inicial é lento, mas a partir de 30 dias o crescimento é rápido, e as variedades mais tardias atingem cerca de 2,0 m em safrinha com bom suprimento de umidade no solo (SPEHAR; SANTOS, 2002). Em geral, quanto mais tardio o ciclo, maior é o porte da planta. Porém o que se deseja são variedades de ciclo curto a médio, pela possibilidade de maior número de cultivos por ano em sistemas irrigados (SPEHAR; SOUZA, 1993). Além de poder ser usado em safrinha após soja precoce.

De acordo com Tapia (2007) citado por SPEHAR e SANTOS (2007 e), podem ser encontrados diferentes ecótipos dependendo da região onde é cultivada. A quinoa dos vales andinos apresenta planta ramificada, robusta, com longo período de crescimento; no altiplano

– das regiões que margeiam o Lago Titicaca, o ciclo e a altura de planta se encurtam; em áreas salinas, as sementes apresentaram alto teor de saponina; em baixas altitudes e elevadas latitudes, são sensíveis ao fotoperíodo, amadurecendo quando os dias encurtam; em regiões subtropicais, apresentam adaptabilidade a temperaturas médias em torno de 20° C; em regiões tropicais, adaptam-se ao cultivo sucessivo e de entressafra (SPEHAR; SANTOS, 2002).

O ciclo irá influenciar na escolha da época de semeadura para que a maturação ocorra quando a umidade estiver reduzida. O menor ciclo tem sido um fator de escape ao estresse hídrico. No período anterior à maturação fisiológica (grãos cheios), durante sua ocorrência, e, principalmente, depois do ponto de colheita, as sementes deterioram rapidamente, sob elevada temperatura (SPEHAR et al, 2007 b). Dessa forma devem-se programar plantios para evitar colheitas quando a umidade relativa do ar e da planta estiverem elevadas. Por resistir a geadas leves, pode ser cultivada no inverno do Sul, para grão e/ou forragem (SPEHAR, 2004). A semeadura atrasada (jan/fev) pode ser útil na produção de grão pelo fato de amadurecerem quando escasseiam as chuvas (SPEHAR; SANTOS, 2001).

A decisão da época de semeadura é extremamente importante, pois o ciclo para produção de grãos é maior do que para forragem. Como a quinoa perde as folhas na maturação, a colheita para elaboração de feno deve ser efetuada quando a planta esteja com o máximo de matéria verde. A amplitude de variação do ciclo apresenta-se menor em temperaturas ambientais mais altas. Porém a influência do ciclo sobre a produção de grãos tende a ser maior na condição de temperatura ambiental mais elevada (SANTOS, 1996). Embora a diferenciação de ciclos seja mais evidente no inverno, a ação do ciclo sobre a produtividade é mais sensível no verão.

As variedades selecionadas, em geral, apresentam com maturação coincidentes, uniformes, panículas concentradas no topo (favorável à colheita) e sementes claras com germinação plena após atingirem a maturação fisiológica (SPEHAR et al, 2003).

Apesar de não haver grande variação no número de dias até o aparecimento dos botões florais nas variedades selecionadas no Bioma Cerrado, normalmente, a diferenciação floral ocorre aos 30 dias após a emergência, e a antese a partir dos 45 dias (SPEHAR; SANTOS, 2002). Entretanto, a combinação de temperaturas elevadas (35 °C) e baixa umidade relativa do ar (55%) na floração causam perdas de produtividade, pois a viabilidade do pólen pode ser afetada (RISI, 1986, citado por SANTOS, 1996). O período vegetativo da quinoa cultivada no Cerrado é igualmente curto, em qualquer época do ano. A temperatura elevada dessa região sobrepõe-se ao efeito do comprimento do dia condição sobre a qual a quinoa tem potencial para o cultivo em qualquer época do ano. Entretanto, torna-se necessária a seleção de acessos para atender aos diferentes propósitos (SANTOS, 1996).

As variedades selecionadas no Cerrado amadurecem como a soja ou o trigo, ou seja, a planta inteira seca, o que facilita a colheita. Para colheita mecanizada alguns cuidados devem ser tomados na regulagem da máquina para evitar perda de sementes por serem pequenas e leves.

1.2. Altura e Arquitetura da planta

A quinoa faz parte do agro-ecossistema andino, sendo cultivada pelos camponeses das altas regiões dos Andes desde antes do surgimento do Império Inca (CARDOZO, 1976 citado por RUIZ, 1979). Entretanto, dispersou-se por ambientes variados na cordilheira, acumulando grande variabilidade genética; daí se adaptar a outras altitudes e latitudes. Amostras procedentes do Peru cresceram com sucesso no Quênia, África (ELMER, 1942 citado por RUIZ, 1979). Na Alemanha, a quinoa pode ser cultivada como planta alimentícia (LUBSEN, 1918 citado por RUIZ, 1979).

Como foi visto, a quinoa é classificada, de acordo com tipo de inflorescência, em amarantiforme e glomerulada; esta última condicionada por alelo dominante (GANDARILLAS, 1967 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Podem ainda ser laxas ou compactas (SPEHAR; SANTOS, 2007 e). A importância da determinação do tipo de inflorescência está relacionada à possibilidade de colheita mecanizada, sendo a do tipo compacta mais interessante, pois reduz perdas de grãos.

O porte ereto facilita o manejo e a colheita, e a altura é bastante variável em função da temperatura e da disponibilidade de água para a planta. A variedade BRS Piabiru pode exceder 2.0 m de altura e apresenta resistência ao acamamento. Esta característica permite não somente a colheita com máquinas, como também evita a perda excessiva de grãos, além do mais a planta quando acama se torna mais suscetível ao ataque de pragas e doenças devido a sua proximidade do solo. Seleção de plantas tolerantes ao acamamento é importante quando se deseja cultivos em larga escala.

A quinoa tem plasticidade que lhe confere a condição de se ramificar na ausência de estande adequado, compensando o baixo número de plantas. Recomenda-se 25 plantas por metro linear (ERASMO et al, 2004), entretanto é possível verificar que quanto maior o número de plantas por metro menos a planta cresce em altura, e sob baixo estande as plantas serão mais ramificadas.

1.3. Grãos (tamanho, qualidade, ausência de saponina)

O grão-fruto do tipo aquênio – semelhante ao arroz, amadurece enquanto a planta seca, o que permite colheita mecanizada (WAHLI, 1990 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Os frutos, pequenos, achatados e sem dormência constituem o material colhido e são denominados sementes (TAPIA, 1997 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Quando

amadurecem, apresentam rápida germinação na presença de umidade (SPEHAR; SANTOS, 2002).

As sementes deterioram ou germinam na panícula, em condição de alta umidade, depois da maturação (SPEHAR; SOUZA, 1993) pelo fato delas perderem ou ganharem umidade com rapidez (SPEHAR et al, 2007 b).

A utilização da quinoa em grande escala está limitada principalmente pela presença de glicosídeos, genericamente chamados de saponinas que, em excesso, são consideradas prejudiciais (SOUZA et al, 2004). Quando não eliminadas, os grãos apresentam característico sabor amargo, inviabilizando o consumo.

O nome saponina, provém do latim “sapon” (DOMINGUEZ, 1973 citado por RUIZ, 1979) em virtude de estes compostos formarem espuma abundante semelhante ao sabão quando agitados em soluções aquosas (FERNANDES, 1967 citado por RUIZ, 1979). São produtos naturais amplamente distribuídos (BIRK, 1969 citado por RUIZ, 1979), principalmente no reino vegetal, tanto nas monocotiledôneas quanto nas dicotiledôneas. Dentre estas, as mais comuns são: espinafre, beterraba, soja, alfafa, aspargos, tomates, batatas (BIRK, 1969; KAMANO et al, 1977 citados por RUIZ, 1979). As saponinas também estão presentes em plantas de uso medicinal, ornamental e outras (BIRK, 1969 citado por RUIZ, 1979).

A toxicidade de saponinas depende de seu tipo, o método de absorção e o organismo alvo. Devido à sua toxicidade diferencial para vários organismos, esta foi investigada como potente inseticida natural que não teria efeito adverso sobre o homem e os animais superiores (BASU; RASTOGI, 1967 citado por KOZIOL, 1993).

Em sua composição, as saponinas apresentam glicosídeos, triterpenóide e esteróide (BALLON et al., 1976; TELLERÍA RÍOS et al, 1978; GEE et al, 1993, citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Na atualidade, descobriu-se que em pequenas quantidades, pode ser útil e

desejável, como aditivo pela indústria de alimentos e rações. Contribui para prevenir algumas doenças de articulação em cavalos e eliminarem vermes e protozoários do trato digestivo de animais domésticos (CHEEKE, 2002 citado por SPEHAR; SANTOS 2007 e).

A quinoa pode ser classificada de acordo com as suas concentrações de saponina como doce (livre de saponina ou que tenham menos de 0,11% de saponina do peso fresco) ou amarga (que contenham mais de 0,11% de saponina) (KOZIOL, 1993). Não se demonstrou ainda que o gosto amargo da quinoa seja causado apenas pela presença das saponinas. Entretanto assinalou-se que as variedades amargas contêm teores mais elevados (3,4 a 3,9 %), enquanto que as variedades denominadas doces possuem níveis bem mais baixos (NARREA, 1976 citado por RUIZ, 1979).

Desde a época pré incaica, o processamento da quinoa, para remoção de saponinas e outras substâncias similares, era feito por lavagem de até 48 horas (RUIZ, 1979), pelo fato de serem solúveis em água (SEPHAR; SOUZA, 1993).

Felizmente, estas substâncias encontram-se nas camadas externas do grão (pericarpo, perianto, casca, cutícula) que facilita a sua remoção industrialmente por abrasivos (REICHERT et al, 1911 citado por KOZIOL, 1993), escarificação para retirada do pericarpo (MONTEIRO, 1991 citado por SANTOS, 1996) ou tradicionalmente pela lavagem do grão com água. Souza et al (2004) confirmaram que a lavagem foi um processo parcialmente efetivo na retirada de saponina. Galwey et al (1990) e Ruales e Nair (1993) citados por SOUZA et al, (2004) indicaram que a lavagem em temperatura ambiente e secagem ao ar livre, além de retirar a saponina, alterou significativamente a cor do grão. Isso indica que as maiores freqüências de sementes amarelas correspondem ao maior teor de saponina, enquanto as sementes brancas têm menos saponina.

Os processos empregados na retirada desses compostos – escarificação, aquecimento e lavagem – são caros, trabalhosos, o que tornam pouco viáveis, dificultando o consumo do

grão in natura ou sua industrialização (GALWEY et al, 1990; RUALES; NAIR, 1993, citados por SOUZA et al, 2004).

A diferença morfológica entre as sementes amargas e doces é a cor, as primeiras são amarelas e as segundas brancas. Essa diferença na coloração é útil na seleção de quinoa com ausência de saponina.

Os frutos podem apresentar níveis variáveis de permeabilidade e isso interfere na qualidade da semente. O fator decisivo no estabelecimento da quinoa é baseado na qualidade de sementes que devem ser originárias de campo de produção com germinação superior a 80% (SPEHAR et al, 2007 b), e estarem livres de sementes de outras espécies, restos culturais e impurezas.

A semente apresenta considerável porosidade na camada externa. Isso quer dizer que realiza trocas com o meio, perde e ganha umidade facilmente podendo iniciar-se o processo de germinação ainda na panícula. Esse, ao se interromper, causa danos com perda de germinação e vigor (SPEHAR et al, 2007 b).

1.4. Rendimento

A *C. quinoa* é uma espécie domesticada, isso equivale dizer que a planta depende do ser humano para cumprir as etapas do seu ciclo biológico; não sobrevive na natureza, sem o cultivo (SPEHAR; SANTOS, 2007 e).

A quinoa em estudo no Brasil tem mostrado capacidade de produzir, em média, até 3,0 t ha⁻¹ de grãos e quase 7,0 t ha⁻¹ de matéria seca. Equivale dizer que é uma planta extremamente produtiva, pois a relação de produção de grãos e de massa seca é inversamente proporcional dependendo das condições climáticas, principalmente de temperatura e umidade.

As produções de grãos e a total obtida em outras partes do mundo variam entre 3,0 a 5,0 e 8,0 a 11,0 t ha⁻¹, respectivamente. Risi (1986) citado por Santos (1996), chegou a mais de 6,0 t ha⁻¹ de grãos em experimentos na Inglaterra. Esses níveis indicam alta probabilidade de ganho por seleção com material genético proveniente dos países andinos e adaptados a outras regiões, além de avanços no manejo da planta e do solo.

É uma espécie que resiste bem às secas, dando bons rendimentos com apenas 300 mm de precipitação anual; adapta-se a diversos solos, preferindo os ricos em limo, potássio e magnésio (DENDY et al, 1975 citado por RUIZ, 1979).

Se não adubada, pode produzir aproveitando resíduos de outras culturas, mas quando se adicionam os nutrientes, principalmente N, P e K, o rendimento é visualmente incrementado, de forma que compensa corrigir o solo tanto em calagem quanto em adubação para o cultivo da quinoa. Os maiores rendimentos podem ser observados quando cultivada em sucessão a leguminosas, pelo fato de haver no solo uma maior concentração de nitrogênio fixado por estas espécies.

Como recicladora de nutrientes, a quinoa é uma excelente opção na rotação de cultura visando renovação de solo e de matéria orgânica.

1.5. Sanidade

Como é de uma família diferente dos principais cultivos no Cerrado, a quinoa torna-se economicamente viável quando, além da produção de biomassa e grãos, auxilia na quebra de ciclos de pragas e doenças, de forma a manter um equilíbrio entre insetos, pragas e cultivos.

O fato de possuir sementes pequenas e de apresentar baixa competitividade com as plantas daninhas no início do estabelecimento recomenda-se a semeadura em sulcos,

espaçados de 40 cm e de 5,0 a 10,0 kg ha⁻¹ de sementes (SPEHAR; SANTOS, 2002). A semeadura em sistema de plantio direto ajuda na competição e no seu estabelecimento, pois os resíduos sobre o solo (palhada) atrasam o desenvolvimento das plantas daninhas, de forma que a quinoa emerge e se estabelece antes delas.

O cultivo de quinoa no Brasil é recente, ainda não ocorrendo incidência de pragas e doenças, associadas à espécie no ambiente dos centros de origem. Entretanto, é interessante monitorar as áreas de lavoura e campos experimentais para que se possa detectar o aparecimento e a progressão dos problemas fitossanitários. Assim, medidas preventivas podem ser empregadas de forma eficiente, evitando-se perdas por epidemias.

Nas condições de Cerrados têm-se constatado insetos pragas polípagos associados a outros cultivos, como formigas cortadeiras, e raspadeiras, coleópteros de grãos armazenados (SPEHAR; SANTOS, 2002) e percevejos. Doenças não têm sido causa de perdas e por esse motivo ainda não se justificam pulverizações. Entretanto condições climáticas de altas temperaturas e precipitações elevadas, como nos trópicos, são mais propensas ao aparecimento e estabelecimento de pragas e doenças. Daí a importância do monitoramento, pois à medida que cresce a área cultivada, aumentam as chances de incidência de microorganismos patogênicos e pragas. Verifica-se que, quanto menor o teor de saponina maior é a suscetibilidade ao ataque de fungos e insetos.

De acordo com Inomoto (2007), a quinoa BRS Piabiru pode ser recomendada como cobertura em áreas infestadas pelo nematóide *Pratylenchus brachyurus*, por ter apresentado fator de reprodução menor que 1, sendo considerada como resistente. Pode ser usada como proteção de solo na entressafra, por não hospedar o fitonematóide como o faz a maioria das plantas cultivadas nesse período. *Heterodera rostochiensis* foi encontrado associado à quinoa por Willie e Segura (1996) citados por Santos 1996. *Meloidogyne incognita* infecta raízes de quinoa embora o tempo de cultivo não permita que o patógeno se reproduza, porém pode ser

que haja variabilidade genética para a suscetibilidade da quinoa ao nematóide de galhas (SANTOS, 1996).

Segundo Richardson (1990), *Ascochyta hyalospora*, agente causal da mancha necrose do caule, foi o primeiro fungo associado da quinoa a ser identificado e é a única espécie transmitida por sementes, cujo tratamento é eficaz no controle. Análises micológicas do método do papel de filtro mostraram associação dos fungos *Fusarium equiseti*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Clamidosporium* sp., e *Pyrenochaeta* sp., em sementes de quinoa (SPEHAR et al, 1992). Quanto maior a percentagem de sementes infectadas por fungos, pior a sua qualidade, pois os fungos provocam prejuízos no armazenamento, com perda de germinação e vigor, podendo causar a morte de plântulas ou transmitir doenças em plantas.

De acordo com Mendes et al (1997), no Brasil não existe nenhum relato de fungos transmitidos por sementes ou de doenças causadas por estes patógenos na cultura de quinoa. Por outro lado, em virologia, a espécie *Chenopodium quinoa* é frequentemente utilizada como planta indicadora para a identificação de vírus, por apresentar reação típica a cada um.

Ademais, os fungos *Fusarium oxysporum*, *Fusarium equiseti*, *Phoma* sp., *Bipolaris hawaiiensis* e *Bipolaris* sp., encontrados em sementes de quinoa, mostraram-se patogênicos a plântulas, podendo causar danos a essa cultura (MENDES et al, 1997). Não deve ser indicada como rotação em pivô de feijão, pois a quinoa é suscetível ao mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (NASSER et al, 1999). Valiente et al (1990) citado por Santos (1996) mencionam ataque de fungos dos gêneros *Phythium* e *Rizoctonia*, causadoras de tombamento. As doenças mais importantes ocorridas em quinoa nos países andinos são o míldio (*Perenospora effusa*) e a cercosporiose (*Cercospora* sp).

Insetos tem sido uma grande preocupação nos países andinos e têm recebido atenção crescente nos Estados Unidos. Na Bolívia, Romero (1980) salientou duas importantes pragas

de quinoa: *Tuta absoluta*, que destroem inflorescências, grãos maduros e imaturos, e *Liriomyza sp*, que destroem as folhas. Além destes, outras espécies causam danos aos grãos e sementes, como: *Malanotrichus coagulatus*, *Atomoscelis modestus* e *Nysius raphanus*. E causando danos às folhas, têm-se: *Pegomyia hyoscyami*, *Hayhursita atriplicis*, além de vários Lepidoptera, como *Spodoptera exiqua*. E *Pemphygus populivenae* causando danos às raízes (JOHNSON; WARD, 1993).

Carbone Risi (1986) citado por Santos (1996) encontrou na Inglaterra *Cnephasia interjectana* (espécie polífaga de ornamentais) e *Aphis fabae* em quinoa sem, no entanto se tornarem pragas. No Chile, verificou-se a ocorrência de *Copitarcia naemodis* e *Liriomyza langei*. Na Embrapa Cerrados ocorreu ataque severo de falsa medideira (*Pseudoplusia includens*) em um experimento próximo a soja.

No controle, carbofuran (15 kg ha⁻¹) pode ser usado em pragas cortadoras de caules tenros até 15 dias após a emergência e Tamaron® (metamidofós) (1 l ha⁻¹) para insetos sugadores e desfolhadores de menor importância aos 40 dias após a emergência (BURGASI et al, 1990 citado por KOZIOL, 1993).

No Brasil, provavelmente pelo cultivo ainda estar restrito a pequenas áreas, não há registros das pragas associadas que ocorrem na região andina. Entretanto, há insetos que têm causado algum tipo de dano à planta, como formiga saúva (*Atta spp.*), cortadores de plântulas (*Agrotis ipsilon*) e desfolhadores (*Anticarsia sp*). A *Ephestia sp.* e outros coleópteros atacam grãos armazenados e pode afetar a qualidade do produto (SPEHAR; SANTOS, 2007 d).

Os maiores problemas tem sido detectados em relação às plantas daninhas e seu controle. Ainda não há nenhum herbicida registrado para a cultura no Brasil e dessa forma os produtores ficam limitados. No longo prazo, com a expansão do cultivo e aumento da população de plantas daninhas, ter-se-ão ameaçadas no rendimento.

Por outro lado, a presença de plantas daninhas pode ser fonte de inóculo de doenças, além de hospedar pragas. Sua presença pode contribuir para manter a umidade elevada, sendo prejudicial no período de maturação da quinoa. Outro problema associado à presença de mato na lavoura é a dificuldade de se realizar a colheita mecanizada, gerando perdas por obstrução da trilha com danos latentes as sementes, que irão perder vigor e germinação.

O que existe até o momento é a aplicação de herbicidas não registrados para a cultura, mas que não causam danos ao seu desenvolvimento, de forma que já foram testados antes de serem indicados. De acordo com Wahli (1990), citado por SPEHAR; SANTOS (2007 d), o herbicida tribunil usado para controlar folha larga em espinafre e beterraba, pode ser usado na cultura de quinoa. Os graminicidas trifluralin, setoxydin, fluazifop-butil e alachor podem ser empregados em quinoa sem problemas (SPEHAR; SANTOS, 2007 d). Por experiência prática, Santos et al (2003), verificaram que o resíduo de imazaquim é letal a quinoa até seis meses após sua aplicação.

À medida que a cultura ganha espaço e há demanda de mercado, é de se esperar que haja desenvolvimento de herbicidas específicos, de forma a tornar mais eficiente o manejo e favorecer o aumento de rendimento.

1.6. Composição química

As folhas de quinoa são excelente fonte de proteína, fibras, amido, minerais (Fe, P, Ca, Zn, Mg e K) e vitaminas (B-2, B-6, B-1, C, E). Seu uso na culinária deve ser em misturas com outras plantas ou em preparados cozidos que contribuam para diluir a quantidade de oxalatos. Ainda são necessários mais estudos sobre a composição das folhas novas e como prepará-las para serem consumidas como as do espinafre (TAPIA, 1997, citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e).

A planta inteira apresenta considerável quantidade de proteína e energia, com palatabilidade que estimula o consumo pelos animais domésticos, especialmente, o gado bovino – via silagem ou pastejo direto. Portanto, em cultivos sucessivos, pode ser empregada na produção de forragem (SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Sua utilização como enriquecedor de alimentos e rações deverá surgir à medida que se torne cultivada (SPEHAR, 2002).

Sob a perspectiva de utilizar a quinoa como forragem para consumo direto e na produção de silagem, a composição das partes da planta deve ser analisada. Os valores de proteína e lipídeos são elevados na panícula e na folha, em contraste com a quantidade de fibra, a qual é mais elevada no caule. A quinoa brasileira contém mais fibras, contando 13 % enquanto nas andinas o valor é de 8,5 % (WIKIPEDIA, 2007). Entretanto, a digestibilidade média, quando se consideram todas as partes juntas apresenta um valor considerável, em torno de 70% (SPEHAR, 2002).

A quinoa cultivada sob temperaturas mais elevadas, como as do Bioma Cerrado, apresenta maiores quantidades de gorduras e proteínas no grão do que no Altiplano Andino (GOMES, 1999 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Em geral, supera os cereais (arroz, milho, cevada e trigo) nesses compostos, mas está abaixo das leguminosas (feijão e soja). O valor energético é semelhante ao dos cereais e inferiores ao da soja (SPEHAR; SANTOS, 2007 e).

O conteúdo protéico pode variar de 10,85 a 19,25%, o valor calórico médio para a farinha integral é de 350cal/100g, sendo que o amido se concentra no perisperma do grão, embora, na maioria dos cereais, esteja localizado no endosperma (CARBAJO, 1977 citado por RUIZ, 1979).

O conteúdo de vitaminas da semente é comparável ao dos cereais; por exemplo, possui 9,6 mg/100g de niacina (DENDY, 1975 citado por RUIZ, 1979), alto conteúdo de

vitamina E, pequena quantidade de vitamina C, a qual provavelmente sofre oxidação durante o período de armazenamento (BRUIN, 1964 citado por RUIZ, 1979).

Nas receitas contidas no livro “Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar” (SPEHAR, 2007) percebe-se que a quinoa pode ser consumida na forma de grãos cozidos ou misturados a alimentos, além da fabricação de farinha. Entretanto, na alimentação dos brasileiros é pouco utilizada devido a hábitos e costumes tradicionais de cereais como arroz, trigo e milho.

Os aminoácidos essenciais compreendem 37% da proteína total (VIÑAS, 1953 citado por RUIZ, 1979). Em virtude de sua composição química geral, de seu perfil de aminoácidos essenciais (WHITE et al, 1955; COLINA, 1942 citados por RUIZ, 1979), e de seu valor biológico no crescimento de ratos, a proteína da quinoa foi favoravelmente comparada à caseína do leite desnatado (WHITE et al, 1955; MAZZOCCO; RIETTI, 1941 citados por RUIZ, 1979) levando vantagem sobre a proteína do trigo (VIÑAS, 1953; COLINA, 1942 citados por RUIZ, 1979). São raras proteínas vegetais, como da quinoa, que aproximam tanto a qualidade da caseína (KOZIOL, 1993). O mesmo autor acrescenta que é particularmente rica em lisina, histidinas, metionina e cistina. Dos aminoácidos não essenciais, apresenta altos teores de arginina e glicina.

Quando se analisa o perfil de aminoácidos essenciais da farinha, percebe-se que há uma grande oportunidade do seu emprego em exploração intensiva de gado leiteiro, por exemplo, onde a metionina é mais demandada (SPEHAR, 2002).

Os elevados teores dos aminoácidos essenciais possibilitam combinações favoráveis com cereais e leguminosas e tornam a dieta mais equilibrada (KOZIOL, 1990; ASCHERI, 2002 citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Nas misturas com outros alimentos, a quinoa pode enriquecer a nutrição (SPEHAR; SANTOS, 2007 e).

Tabela1: Composição media dos grãos de quinoa comparada a de cereais e leguminosas

<i>Composto</i>	<i>Quinoa</i>	<i>Arroz</i>	<i>Cevada</i>	<i>Trigo</i>	<i>Milho</i>	<i>Feijão</i>	<i>Soja</i>
Gorduras	6,3	2,2	1,9	2,3	4,7	1,1	8,9
Proteínas	16,5	7,6	10,8	14,2	10,2	28,0	36,1
Cinzas	3,8	3,4	2,2	2,2	1,7	4,7	5,3
Fibra	3,8	6,4	4,4	2,8	2,3	5,0	5,6
Carboidratos	69,0	80,4	80,7	78,4	81,1	61,2	34,1
Kcal/100g ms	398,7	371,8	383,1	391,5	407,5	366,9	450,9

Fonte: Koziol (1990) citado por Spehar e Santos, 2007 e.

Em comparação do percentual de aminoácidos da proteína da quinoa com a de quatro cereais e a de cinco proteínas animais (CARDOZO, 1976 citado por RUIZ, 1979), conclui-se que a quinoa fornece todos os aminoácidos essenciais para o crescimento, e apresenta um balanço que se aproxima muito ao do ovo. Através das provas que se efetuaram em ratos, frangos, porcos, coelhos, perus e duas espécies de ruminantes não especificadas, constatou-se que a quinoa apresenta eficiência maior ou igual à do leite, porém inferior à da farinha de sangue (RUIZ, 1979).

Uma vantagem da proteína é a ausência de glúten em sua composição, o que faz da quinoa uma excelente opção à pacientes com intolerância a esta substância. Para os celíacos, a farinha da quinoa substituiu a farinha de trigo na panificação e é possível elaborar diversos outros alimentos com a farinha, os flocos e os grãos da quinoa. Os principais subprodutos são os cereais matinais, as massas e os biscoitos.

Por outro lado, cabe ressaltar que os trabalhos conduzidos com frangos (NEGRON et al, 1976 citado por RUIZ, 1979) e porcos (CARDOZO; BATEMAN, 1961 citado por RUIZ, 1979) com a quinoa amarga os animais apresentaram desvantagens no crescimento. Os

resultados não provaram que o agente causador da redução de peso e até morte de alguns animais fossem a saponina, embora os autores tenham mencionado tal implicação (RUIZ, 1979).

Os grãos de quinoa apresentam a maior parte dos carboidratos em forma de amido cujos grânulos são consideravelmente menores que os do milho e do trigo. Neles a temperatura de gelatinização é menor do que a do arroz. Isso influi na estabilidade dos alimentos quando se pensam em congelados. Quanto menor o tamanho, mais estáveis, o que possibilita o uso do amido na indústria de alimentos (KOZIOL, 1990 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e).

Dentre os minerais, a quinoa destaca-se como importante fonte de ferro, o qual corresponde ao dobro do teor da cevada e do trigo e ao triplo do contido no arroz. O ferro, administrado via quinoa, é 74% mais eficiente do que o suprido pelo sulfato ferroso (55%) (KOZIOL, 1990 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Por essa característica, a quinoa seria um alimento complementar ou funcional.

2. Perspectiva

Nos Andes, entre as principais vantagens agronômicas, está o fato de a quinoa crescer e apresentar produção em solos considerados inapropriados para o trigo (JUNGE, 1973 citado por RUIZ, 1979). Assim, representa uma grande esperança em termos sócio econômicos para áreas marginais de solo e clima (BACIGALUPO, 1970 citado por RUIZ, 1979). Nos países onde é cultivada, a quinoa é o enriquecedor na elaboração dos produtos tradicionais de trigo (MAZZOCCO; RIETTI, 1941 citado por RUIZ, 1979).

No Brasil, sua expansão tende a ser em áreas de plantio direto, onde há condição de um segundo cultivo, no mesmo período chuvoso. Isto deverá ocorrer com aumento do consumo na alimentação humana, principalmente como fonte alternativa de nutrientes. No campo apresenta a vantagem de produzir fitomassa residual, sendo que esta quanto mais lenta no processo de decomposição, melhor (ERASMO, 2004). Na alimentação, seu mercado é devido ao elevado valor biológico da sua proteína. Na economia representa um produto de baixo custo de produção e de alto valor a ser comercializado, com preços bastante atrativos.

Os fatores chaves do sucesso da quinoa estão relacionados a 18% pela produção de palhada, 16% pela quebra do ciclo de pragas e doenças, 15% por apresentar resistência à seca, 13% pela facilidade na produção de sementes, 12% em função da sua multiplicidade de uso, 11% devido à persistência da palhada, 10% por ter facilidade de manejo, 5% pela produtividade de grãos e pelo ciclo curto (EMBRAPA, 2000).

A relativa facilidade de obtenção e o baixo custo de produção de sementes é um atrativo. O baixo consumo no plantio torna o fator de multiplicação bastante elevado e rapidamente o agricultor pode aumentar o estoque de sementes com qualidade para atender a demanda na semeadura (SPEHAR, 2003). Dessa forma é possível atender rapidamente a demanda dos agricultores interessados.

O cultivo de quinoa no Brasil resultará em vantagens para a agricultura e os demais componentes da cadeia produtiva. Embora algumas das dificuldades tecnológicas na industrialização da quinoa ainda não tenham sido superadas, seu emprego a nível doméstico e semi industrial é muito versátil. A planta e o grão, por falta de mercado, podem ser transformados em propriedades familiares, na produção de alimentos de consumo humano e animais domésticos, pelas vantagens apresentadas (SPEHAR, 2002).

Pode ser empregados em combinações com carnes, peixes, doces, pastas, ou simplesmente como cereal (CARPIO, 1976 citado por RUIZ, 1979). Na Bolívia o governo já tem autorizado suplementação da farinha de trigo com 5% de quinoa para a fabricação de pães (CIQ – Convención Internacional de Quenopodiáceas, 1960 citado por RUIZ, 1979).

Um dos grandes obstáculos à maior utilização da quinoa são os altos custos dos produtos derivados devido ao tamanho pequeno do grão e a variabilidade na sua consistência (RUIZ, 1979).

Sempre encarada como um fator indesejável, a saponina parece ser útil no campo farmacêutico, com ações antiinflamatórias, antibióticas, antineoplásticas, cardioestimulantes, anticoncepcionais, e inibidoras do crescimento, e também na fabricação de pinturas e detergentes (RUIZ, 1979). O interesse farmacológico em saponinas reside na sua capacidade de induzir mudanças na permeabilidade intestinais (GEE et al, 1989; JOHNSON et al, 1986 citados por KOZIOL, 1993) que pode ajudar na absorção de drogas especiais (BASU; RASTOGI, 1967 citado por KOZIOL, 1993).

A criação de novos mercados, resultantes do aumento no interesse, contribuirá ao fortalecimento da pesquisa e desenvolvimento em quinoa. Nesta fase, a formação de parcerias será fundamental ao avanço tecnológico. A sua efetivação depende de se popularizar o conhecimento e tecnologia, sobre a quinoa, enfatizando a contribuição para a diversidade agrícola e alimentar, com vantagem econômica (SPEHAR, 2002).

Portanto, sua integração ao sistema produtivo será tanto maior quanto mais diversificadas forem às formas de utilização. Desses usos, surge a demanda e desta, o mercado. O agricultor passa a cultivá-la, desencadeando o processo produtivo (SPEHAR; SANTOS, 2007 a).

Com novos produtos que contenham quinoa incorporados, gradativamente, à alimentação humana, crescerá a demanda e desencadear-se-á o mercado. A suinocultura e a avicultura de escala aumentarão a procura por alimentos naturalmente balanceados e que resultem em produto final rastreável, de maior aceitação, como carne e ovos com baixo colesterol. Seu emprego em produção intensiva de leite pode se acentuar, por conter considerável quantidade de metionina, aminoácido essencial altamente demandado nesse sistema. Portanto, demonstradas as vantagens, a participação da quinoa se efetivará na agricultura mundial, ao longo do tempo (SPEHAR; SANTOS, 2007 a).

Ao tornar-se cultivada, contribuirá à geração de renda direta – comercialização de produtos de qualidade alimentar e indireta – transformação com valor agregado (SPEHAR, 2002). Ao ser produzido em larga escala, o grão será utilizado pelas indústrias de alimentos e ração e a planta inteira pode ser utilizada na alimentação animal, no sistema integrado lavoura-pecuária (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Para esse cenário, o cultivo de quinoa apresenta-se muito competitivo em relação ao do milho. Considera-se que, com aumento da oferta e elevação do custo de produção, a receita líquida esperada seja menor, mas ainda competitiva em relação à de outros cultivos de grãos e cereais. Consistirá, possivelmente, em excelente opção de cultivo para pequenos e médios produtores que visam concentrar-se na exploração de nichos de mercado como, por exemplo, orgânico e dietético (SPEHAR et al, 2007a).

O peso fresco dos grãos de quinoa mostra um conteúdo de óleo que varia de 1,8 a 9,5%, com uma média calculada global de 5,8%, sendo mais elevado que no milho. Tal como

acontece no milho, o óleo da quinoa está concentrado no germe, que representa 25 a 30% do peso do grão (CARDOZO; TAPIA, 1979, FUENTES, 1972 citados por KOZIOL, 1993). O aumento do conteúdo de óleo no grão de quinoa não mostrou qualquer correlação significativa com total de conteúdo dos carboidratos e foi negativamente correlacionada com o teor de proteína (KOZIOL, 1993). Sob condições extremamente favoráveis, o rendimento máximo de óleo foi de 488 kg ha⁻¹, sob condições normais os valores variam de 102 a 306 kg ha⁻¹ (BURGASI et al, 1990 citado por KOZIOL, 1993).

As elevadas concentrações de ácidos linoléico e linolénico normalmente fazem os óleos serem suscetíveis a rancidez oxidativa, mas o óleo de quinoa apresenta elevada concentração de antioxidantes naturais, como tocoferol isômero (KOZIOL, 1993).

Portanto a perspectiva para a quinoa advém do fato de oferecer, em sua fração de lipídeos, ácidos graxos poliinsaturados e uma fécula que pode ser convertida em espessante. Essas substâncias são facilmente comercializáveis como produtos ou como aditivos naturais que hoje deve apelar para a saúde do consumidor consciente. As saponinas removidas da quinoa amarga podem ter nichos em preparações farmacêuticas ou em programas de manejo integrado de pragas (KOZIOL, 1993).

Apesar das importantes características nutricionais, a atual utilização industrial de quinoa é limitada pela pequena produção. Este fato contribuiu para manter preços demasiadamente elevados e comercialmente menos competitivos com os do trigo, arroz e cevada. O fomento associado à pesquisa e o desenvolvimento de melhores métodos de cultivo comercial tanto local e mundial, vai ajudar a garantir que a quinoa alcance a proeminência que suas qualidades projetam. Deve, portanto, ser encarada como uma espécie vegetal versátil, alargando o leque de opções para a indústria e o comércio de produtos naturais.

Para preencher as várias lacunas no desenvolvimento da quinoa, e seu cultivo comercial, a pesquisa deve ser continuada. Ainda existem problemas a serem resolvidos e

novos aparecerão, devendo-se continuar a busca por obter tecnologia que consolidem sua integração ao sistema produtivo. Assim, gradativamente, se caminhará rumo à exploração sustentável, em equilíbrio ambiental (SPEHAR, 2006).

OBJETIVO GERAL

Selecionar genótipos de quinoa que ampliem as possibilidades do seu cultivo comercial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o rendimento de matéria seca e grãos de genótipos de quinoa selecionados a partir de populações com características de adaptabilidade às condições ambientais do Cerrado, em três locais no Planalto Central e duas épocas de semeadura: verão (safra) e inverno com irrigação.
- Avaliar os efeitos de densidade de plantas nos componentes de rendimento, visando definir a população que resulte em maior produção de matéria seca e grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. T. Apresentação In: SPEHAR, C. R.; **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 103 p. 2007.

EMBRAPA, “Grão de Ouro”, **Cerrados Informa**, ano VIII, n. 86, Planaltina, 2007.

EMBRAPA, Plano de Marketing Quinoa BRS Piabiru, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2000.

ERASMO, E. A. L.; DOMINGUOS, V. D.; SARMENTO, R. A.; SPEHAR, C. R. Avaliação de espécies alternativas produtoras de grãos e matéria seca para uso no sistema plantio direto no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, p. 27-34, 2004.

FAO, **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS** 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>>. Acesso em 28 de fevereiro de 2008.

INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; MACHADO, A. C. Z.; SAZAKI, C. S. S. Reação de dez coberturas vegetais a *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 151-157, 2007.

JOHNSON, D. L.; WARD, S. M. **Quinoa** p 219-221 In: JANICK, J.; SIMON, J. E. New culturas, Wiley, New York, 1993.

KOZIOL, M. J. **Quinoa: A potential new oil crop**. p. 328-336 In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (eds), *New Crops*, Wiley, New York, 1993.

MENDES, M. A. S.; SPEHAR, C. R.; NASSER, L. C. B. L; LIMA, E. A. L. A. **Fungos associados a sementes de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)**, Comunicado Técnico n° 24, p1-5, Embrapa, 1997.

NASSER, L. C. B; GISSONI, R.; CAFÉ FILHO, A.C.; SPEHAR, C. R.; ALBRECHT, J. C.; GUIMARÃES, D. Infecção de *Sclerotium sclerotiorum* em algodão, quinoa, amaranto , guandu e neem, XXII Congresso Paulista de Fitopatologia, **RESUMOS**, UNESP, Jaboticabal, 1999.

RICHARDSON, M. J. *Na annotated list of seed borne disease*. 4. ed. East Craig, Edinburg: Departmente of Agriculture and Fisheries for Scotland Agricultural Scientific Services, 1990.

ROMERO, R. O. **Biological controls for grain-destroying insects and leaf miners of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)**, p 86-91 In: First meeting on genetics and improvement of quinoa. IICA – CIID/ Universidad Nacional Technica del Altiplano/Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria,1980.

RUIZ, W. A. **Estudo cromatográfico das saponinas da quinua (*Chenopodium quinoa* Willd, Variedade Kancolla)**. 1979. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

SANTOS, R. L. B. **Estudos iniciais para o cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) nos Cerrados**. Dissertação (mestrado). Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, p. 128, 1996.

SANTOS, R. L. B.; SPEHAR, C. R.; VIVALDI, L. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) reaction to herbicide residue in a Brazilian Savannah soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 771-776, 2003.

SOUZA, L. A. C.; SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Análise de imagem para determinação do teor de saponina em quinoa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p. 397-401, 2004.

SPEHAR, C. R.; **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 103 p. 2007.

SPEHAR, C. R. **Conquista do Cerrado e consolidação da agropecuária** In: PATERNIANI, E. Ciência, agricultura e sociedade, Brasília, DF, Embrapa Informações Tecnológicas, p. 195-226, 2006.

SPEHAR, C. R. **Manejo cultural no Plantio Direto**. Curso de Plantio Direto, v. 11 (3). Brasília: ABEAS, 2004.

SPEHAR, C. R. Quinoa e Amarantho: alternativas para diversificar a agricultura e a alimentação. **Nutrição Humana**. p. 38 e 39, 2003.

SPEHAR, C. R. Utilização da quinoa como alternativa para diversificar alimentos. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2002, Uberlândia, MG. [Anais]. Uberlândia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal: UFU, 2002. p. 49-58.

SPEHAR, C. R.; CARVALHO, W. P.; VELOSO, R. F. **Cultivo Comercial** In: SPEHAR, C. R.; Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007 a. p. 83-89.

SPEHAR, C. R.; MENDES, M. A. S.; NASSER, L. C. B.; Análise micológica de sementes de 50 genótipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) selecionada no Brasil Central, **Fitopatologia Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 206, 2002 1992.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. B. L. **Aproveitamento Alimentar**, In: SPEHAR, C. R.; Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007 a p. 71-79.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. B. L. **Fitossanidade**, In: SPEHAR, C. R.; Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007 d p. 65-68.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. B. L. **Origem e Importância da quinoa**, In: SPEHAR, C. R.; Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007 e. p. 21-31.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos; **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.6, p. 889-893, 2002.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. **Quinoa: alternativa na cobertura do solo e na produção de grãos**. Guia técnico do produtor rural, ano IV, 2 ed., n. 34, 2001.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B.; CARVALHO, W. P.; ANDRADE, S. C. de. **Agronomia**
In: SPEHAR, C. R.; Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007 b, p. 45-56.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B.; NASSER, L. C. B Diferenças entre *Chenopodium quinoa* e a planta daninha *Chenopodium álbum*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 487-491, 2003.

SPEHAR, C. R.; SOUZA, P. I. M. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos Cerrados do Planalto Central: resultados preliminares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

WIKIPEDIA. Quinoa. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Quinoa>. Acesso em: 18 de dezembro de 2007.

CAPÍTULO ÚNICO: AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE QUINOA NO
CERRADO DO PLANALTO CENTRAL

(Trabalho enviado a Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

AVALIAÇÃO AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE QUINOA NO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL

RESUMO

Experimentos foram conduzidos no Cerrado do Planalto Central, em Planaltina – DF e Cristalina- GO, com genótipos de quinoa em semeadura de verão e de inverno. As progênies foram avaliadas por altura de plantas, ciclo (dias entre emergência e maturação), rendimento de biomassa total e grãos, índice de colheita e peso de 1.000 sementes. O delineamento usado foi o de blocos casualizados com três repetições. Realizou-se análise de variância por época e conjunta. Os parâmetros foram submetidos à análise de correlação. Em experimento com a progênie 4.5 avaliou-se o efeito de populações, em delineamento inteiramente casualizado; os dados foram submetidos à análise de regressão. Todas as progênies selecionadas por características agronômicas superam a cultivar BRS Piabiru, apresentando ciclos menores, maior tamanho de semente e de rendimento. Ainda que haja diferença de resposta entre épocas de semeadura, todas as progênies apresentam altura de plantas suficiente à colheita mecanizada. No verão as plantas de quinoa apresentam maior produção de biomassa, com menor tamanho de sementes, em contraste com a semeadura de inverno. As progênies que se destacaram para rendimento foram 30.2, 79.02.46 e 79.18.02. O acesso 9.54.2, com maior peso de semente, apresenta variabilidade fenotípica, devendo passar por ciclos de seleção. Populações de 100 a 600.000 plantas ha⁻¹ mostraram efeito apenas na altura de plantas. A exploração de variabilidade, dentro das progênies, produto de cruzamentos naturais, mostrou-se efetiva na adaptação da quinoa a ambientes diversos de sua origem, como o Cerrado.

Palavras-chave: adaptabilidade, seleção, progênie, rendimento, época de semeadura,

Chenopodium quinoa

AGRONOMIC EVALUATION OF QUINOA GENOTYPES IN THE BRAZILIAN SAVANNAH HIGHLANDS

ABSTRACT

Experiments were conducted in the savannah of the Brazilian Central High Lands, with progenies of quinoa in Summer and Winter sowing dates and in three locations. The progenies were evaluated by plant height, cycle (number of days from emergence to maturity), biomass and grain yield, harvest index and 1.000 seed weight. The experimental design was a randomized complete block with three replications. Data were submitted to analysis of variance, for each date, location and jointly. A correlation analysis was conducted for the parameters. The effect of plant population was evaluated on a completely randomized experiment with progeny 4.5; the data were submitted to regression analysis. Progenies selected for agronomic characters out yielded BRS Piabiru, showing mid- to early cycles, higher seed weight and yield. Even though there are differences in plant response to sowing dates, all progenies showed plant height sufficient to combine harvest. In the Summer the plants had higher biomass yield and smaller seed size than in Winter. The progenies that showed high yield were 32.1 and 79.18.02. Progeny 9.54.2, possessing highest seed weight, had phenotypical variation, and should undergo selection cycles. Population of 200 to 600.000 plants ha⁻¹ had effect only on plant height. Exploiting genetic variability, within progenies of natural crosses shows to be effective in adapting quinoa to environments quite different from the centre of origin, such as the Savannah.

Key words: adaptability, selection, progeny, yield, sowing date, *Chenopodium quinoa*

INTRODUÇÃO

Tanto na evolução natural como no melhoramento genético de plantas, as populações estão sendo constantemente submetidas à pressão seletiva. Na natureza essa força influencia a sobrevivência da população no local onde vive, enquanto a interferência humana visa moldar plantas e animais aos interesses próprios (FERREIRA, 2006 e).

O melhoramento genético representa, desde os primórdios da agricultura, a forma mais usada e sustentável, em termos econômicos, sociais e ambientais, para o aumento no rendimento dos cultivos (FONSECA, 2006). Este fator contribuiu com a diminuição progressiva na utilização de novas áreas agrícolas, além de atender ao constante crescimento populacional (FERREIRA, 2006 b).

No Brasil, tem-se constatado nas principais espécies cultivadas, expressivo aumento de produtividade. Esta tem sido devida em muitos casos, a aumento na eficiência fisiológica, incorporação de alelos de resistência ou tolerância a patógenos e pragas e a outras condições ambientais adversas. Ademais, o melhoramento tem contribuído para atender à demanda crescente da população brasileira por grãos, frutos, fibras, madeira e outros produtos (VENCOSKY; RAMALHO, 2006).

A sua importância na agricultura moderna, se verifica desde o aprimoramento de espécies com cadeias produtivas definidas, àquelas com potencial de diversificar a agricultura e os alimentos (SPEHAR, 2007). A simples introdução e seleção de genótipos, em um programa de pesquisa, consistem uma primeira etapa de melhoramento. Esta forma tem sido utilizada na obtenção de genótipos de quinoa, introduzindo a espécie na agricultura brasileira (SPEHAR; SOUZA, 1993).

Os primeiros acessos foram obtidos por seleções em populações segregantes para maturação, originárias de hibridações entre cultivares bolivianas, chilenas e peruanas,

realizadas em Cambridge, Inglaterra (CARBONE-RISI, 1985 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 e). Neste trabalho, todas as combinações de cruzamentos possíveis, menos os recíprocos foram realizadas entre Amarilla de Marangani, Blanca de Junin (vales andinos), Chewecca, Kancolla (altiplano), Real, Salares Red (áreas salinas), Faro-4 e Baer selecionada (nível do mar, elevada latitude) (SPEHAR; SANTOS 2007 b).

Durante cinco ciclos, em Planaltina, DF, selecionaram-se indivíduos por progênes mediante modificações no método genealógico (SPEHAR; SOUZA, 1993). O objetivo de selecionar plantas com características agronômicas dentro dessas populações e progênes, em ciclos sucessivos é obter genótipos superiores. Estas são incluídas em avaliações agronômicas e teste de estabilidade, para a obtenção de cultivares comerciais.

A variabilidade genética entre e dentro de linhagens de quinoa de mesmo ciclo tem sido identificada, confirmando a existência de polinização cruzada, em vários ambientes, inclusive no Bioma Cerrado (REA, 1969; ALVAREZ; RUTTE, 1990; SPEHAR, 2001 citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). Isto quer dizer que se torna necessário recorrer às sementes originais, sempre que se avaliam progênes.

A partir da introdução de progênes e populações, foram observadas diferenças agronômicas em ciclo, altura de plantas, arquitetura da planta, tipo, tamanho, forma e coloração de panícula, tamanho de frutos e presença de saponina, em avaliações de época de semeadura, nos solos da região Central do Brasil. A seleção, por progênes, em ciclos sucessivos, resultaram em genótipos com parcial homogeneidade em altura de plantas, ciclo, ausência de saponina, tamanho do grão, tipo de inflorescência, cor da inflorescência e rendimento (SPEHAR; SOUZA, 1993).

O fruto, do tipo aquênio, apresenta-se recoberto por uma camada de células, no interior do perigônio – estrutura originária das sépalas. Portanto, o material colhido é o fruto que se confunde com semente e grão, sendo assim, denominados sementes (TAPIA, 1997

citado por SEPHAR, SANTOS, 2007 e). Pela Regra de Análises de Sementes (BRASIL, 1992), semente é considerada como unidade de dispersão, entretanto, deve-se levar em consideração que semente é toda estrutura que serve para reproduzir um vegetal, que se originou de uma ou mais flores. Desta forma se as partes vitais da semente estiverem danificadas, mal formadas ou mortas, esta passa a ser considerada apenas grão, servindo apenas como fonte de alimento.

Para a produção comercial no Brasil, a quinoa deve apresentar características agronômicas importantes como rapidez de crescimento, ausência de acamamento, insensibilidade ao fotoperíodo, baixa ramificação, indeiscência do perigônio e das sementes, maturação uniforme, genótipos com ciclos variados, elevado rendimento de grãos e biomassa, sementes com qualidade e peso de 1.000 grãos, entre 2,0 e 3,5 g/1.000 (SEPHAR; SANTOS, 2002).

Nas condições de cultivo no Cerrado, bastante diferentes do ambiente de origem da quinoa, é esperado que o comportamento das cultivares não seja coincidente nas épocas de semeadura. O seu cultivo é possível durante todo o ano, suportando geadas leves. No Cerrado, a quinoa tem possibilidade de encontrar seu próprio espaço, sem competir com cultivos comerciais já estabelecidos. Temperaturas favoráveis durante o ano possibilitam semeá-la em pelo menos três épocas. Esta é uma vantagem dos trópicos em relação às regiões de clima temperado. Nesse último, espécies inovadoras têm menos chance de se estabelecer, pois têm de competir com cultivos já estabelecidos, enquanto no Cerrado, por exemplo, aproveitam intervalos entre os cultivos comerciais (SEPHAR, 2006).

As fases críticas da cultura são da germinação a emergência e no período de maturação. Na primeira é necessário o suprimento hídrico para estabelecimento da cultura no campo, sem excessos; no segundo o déficit hídrico contribui para maior qualidade dos grãos.

Estes se encontram expostos e por serem porosos absorvem rapidamente umidade que favorece a sua deterioração (SPEHAR et al, 2007 b).

A obtenção de cultivar depende das condições em que será utilizado, tentando-se interação dos genótipos com os ambientes, selecionar os mais estáveis (VENCOVSKY; RAMALHO, 2006). Avaliações em épocas de semeadura possibilitam separar genótipos estáveis, isto é, que não apresentam variações consideráveis de rendimento ao longo dos ambientes.

REVISÃO DE LITERATURA

Métodos de Melhoramento

A quinoa é autógama predominante, entretanto, os cruzamentos naturais podem ocorrer em intensidade variável, influenciada pelo genótipo, proximidade entre plantas, presença de agentes polinizadores, como pulgões, abelhas, etc. (*Aphis* spp.) (SANTOS, 1996), e coincidência na floração. Isto implica em cuidados especiais na experimentação e na multiplicação de genótipos selecionados. A taxa de alogamia, nas condições do Bioma Cerrado pode chegar a 30%, enquanto no ambiente de origem relataram-se valores em torno de 6% (LESCANO, 1980; SPEHAR, 2001 citados por SPEHAR; SANTOS 2007 b).

Para prevenir cruzamentos na experimentação, faz-se necessário o isolamento que pode ser temporal, evitando coincidência na floração, ou espacial, diminuindo as chances de disseminação do pólen a outras plantas; a distância mínima utilizada tem sido de, pelo menos, 1.000 m. Quando interessa manter o isolamento, usam-se blocos aumentados e intercalados com outras espécies, como por exemplo, o amaranto, girassol, kenaf e o sorgo. Essas precauções tornam viável a produção de sementes para manter as características originais do material selecionado (SPEHAR et al, 2007 b).

O número somático é $2n = 36$, e a quinoa é um alotetraplóide, pois as segregações indicam herança diplóide (GANDARILLAS, 1976 citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). Essas formas surgem na natureza pela duplicação dos cromossomos após um cruzamento interespecífico, de tal forma que permite o pareamento e segregações cromossômicas normais, em cada genoma componente, resultando em indivíduos férteis (RAMALHO et al, 1997). Provavelmente, originou-se de duas espécies ancestrais, não mais encontradas na natureza, daí definir-se como paleo alotetraplóide; por dispersar-se em uma gama de ambientes no processo

de domesticação, apresenta considerável variabilidade genética nas características de interesse agrônomo (CARBONE-RISI, 1986; SPEHAR; SANTOS, 2002, citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). A possibilidade de adaptação do cultivo sob diferentes combinações de comprimento de dia e de temperatura, é segundo Carbone-Risi (1986), citado por Spehar e Souza (1993) devido ao fato de apresentar elevada herdabilidade.

A espécie, em sua evolução, desenvolveu mais de uma forma reprodutiva. Pode ocorrer auto-incompatibilidade, cleistogamia, flores femininas e hermafroditas em uma mesma planta podendo variar entre 2% e 99% (REA, 1969 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). Por serem características bastante influenciadas pelo ambiente, apresentam variações na taxa de polinização cruzada (AGUILAR, 1980 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). A cleistogamia pode diminuir consideravelmente as hibridações naturais, devido ao tamanho reduzido das estruturas florais. Porém se torna uma vantagem pela manutenção da uniformidade varietal. Por sua vez, a ocorrência de macho-esterilidade citoplasmática pode ser empregada na obtenção de híbridos comerciais (BONIFÁCIO, 1999 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 b), desde que se desenvolva mecanismo de restauração e para uso em cruzamentos direcionados (SANTOS, 1996).

A seleção, como método de melhoramento, só deve ser usada quando se dispõem de uma população heterogênea por efeitos genéticos. E também só poderá atuar efetivamente se as características agrônomicas desejáveis puderem ser fixadas (FERREIRA, 2006 e). Outro fator que afeta a eficiência no ganho por seleção é a natureza da herança. Quando se trabalha com atributos qualitativos é rápido nas primeiras gerações, porém quando se trata de quantitativos, o processo é mais lento, pelo fato de envolver maiores números de genes.

Vale ressaltar que o progresso genético por seleção é inversamente proporcional à magnitude da variação devida a fatores ambientais. Assim, para se conseguir eficiência, todos os esforços devem ser dirigidos no sentido de minimizá-los (FERREIRA, 2006 e). Em geral,

caracteres quantitativos são mais sensíveis às variações ambientais do que caracteres qualitativos.

A seleção massal é um dos métodos mais usados, até mesmo pelos agricultores, para purificar variedades locais, na região andina, em características que consideram mais importantes (LESCANO, 1977 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). Esse método, apesar de sua grande contribuição para a evolução das espécies cultivadas, apresenta restrições, com baixos ganhos após esgotar-se a variabilidade nas características desejadas. Nos Andes, o método pode ser útil para eliminar tipos de baixo valor agrícola, sem os perigos inerentes à seleção de genótipos muito uniformes (FERREIRA, 2006 a).

Esse método, associado à seleção por progênie e com base no fenótipo, tem sido mais empregado no Brasil para explorar a variabilidade existente (SPEHAR, 2001; SPEHAR; SANTOS, 2002 citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). Entretanto, é necessário manter germoplasma com ampla variabilidade que objetivem prevenir problemas, como doenças e pragas. Ferreira (2006 b) enfatiza que a população deve ter variabilidade genética suficiente para permitir ganhos genéticos com a seleção ao longo do tempo.

Com base nos resultados, verifica-se que é possível selecionar genótipos produtivos, com diferentes ciclos, sementes grandes e com qualidade que atendem à produção comercial. Basicamente é o que se tem feito no melhoramento da quinoa no Brasil. A seleção por progênies também é usada, posteriormente a seleção massal e também a seleção de linhas morfológicamente homogêneas.

Nos países em desenvolvimento dos trópicos, recomenda-se o uso de métodos de seleção massal para iniciar um programa de melhoramento visando o desenvolvimento de variedades. Esse método é de grande utilidade em plantas alógamas e de polinização cruzada parcial, como a quinoa. À medida que a variabilidade genética for se restringindo nas populações parte-se para os métodos de hibridação (FERREIRA, 2006 b).

As hibridações controladas têm sido pouco empregadas em melhoramento da quinoa no Brasil. Espera-se empregá-lo nas fases posteriores à da exploração de variabilidade existente nas populações em estudo. Para isso, é fundamental que a polinização cruzada natural deva ser controlada. Nas espécies de expressão comercial, utilizam-se hibridações seguidas de seleção dos melhores genótipos recombinantes (FERREIRA, 2006 b). As linhas puras, por autofecundação, poderão ser usadas na obtenção de híbridos, em programas futuros, utilizando-se a macho-esterilidade.

Quando se deseja fazer blocos de cruzamentos, genótipos são plantados em espaçamentos de no máximo 30 cm. Em semeadura simultânea, quando coincidem na floração e no período reprodutivo, e em intervalo, quando diferem, por haver florescimento coincidente.

Na confirmação de cruzamentos, usam-se marcadores para identificar os híbridos. Estes nada mais são do que alelos condicionantes de características qualitativas, morfológicas e fenotípicas. Dentre eles destacam-se cor do caule, da folha e do pecíolo (colorido dominante sobre verde), tipo da inflorescência (amarantiforme – quando ocorre no eixo secundário da planta ou glomerulada – inserido em eixo terciário), cor da inflorescência (colorida dominante sobre amarela), número de dentes da folha, saponina (presença dominante sobre ausência) (CARBONE-RISI, 1986 citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). Dessa forma torna-se possível, com segregação mendeliana, avaliar a ocorrência de cruzamentos naturais.

Na avaliação, colhem-se sementes das plantas com características recessivas e semeiam-se a progênie. As plântulas passam por uma primeira seleção, mantendo as híbridas até a floração, quando a seleção de indivíduos será realizada. Nas progênies heterozigotas, são efetivadas seleções adicionais, até fixar em homozigose para caracteres desejados; realizam-se adaptações semelhantes à obtenção de linhagens no método massal (SPEHAR, 2002).

As variedades assim obtidas são recomendadas e distribuídas após adequadamente avaliadas em diferentes condições de solo, clima e manejo de planta, dos ambientes representativos ao cultivo. Repetir experimentos por vários anos é tão importante quanto colocá-los em diferentes condições de solo e manejo cultural, pois as condições climáticas variam de ano para outro. No cultivo comercial interessam os genótipos mais estáveis, isto é, que apresentam rendimento satisfatório na média dos ambientes. O uso de delineamento em blocos casualizados com alguns tratamentos comuns, possibilitando aplicar o princípio de controle local, tem sido o método de avaliação mais indicado (FERREIRA, 2006 b).

As combinações que geraram genótipos tardios, nas condições do Brasil Central, são provavelmente devidas à maior frequência gênica para prolongamento do período reprodutivo, presente nas cultivares originárias dos vales andinos. A continuidade no trabalho de adaptação da quinoa vem demonstrando que populações de menores altitudes e latitudes produzem genótipos com variações de ciclo, possibilitando adaptar o cultivo da quinoa aos sistemas produtivos do Brasil (SPEHAR, 2002).

Implicações genéticas no melhoramento

Caracteres quantitativos são controlados por muitos genes, de efeito menor ou secundário. O exemplo típico é rendimento de grãos, em que a variabilidade genética não permite a classificação de indivíduos em grupos fenotípicos distintos. As diferenças entre os indivíduos são pequenas ou gradativas influenciadas pelo ambiente. Contudo, por mais que se uniformize o ambiente, não se poderá fazer desaparecer a variação entre os indivíduos. Os fenótipos são obtidos por mensurações lançando-se mão da estatística (e.g., médias, variâncias, correlações) (FERREIRA, 2006 d).

A saponina, presente nos grãos dos primeiros materiais introduzidos no Brasil são indesejáveis por conferir gosto amargo ao grão, o que inviabiliza sua utilização tanto na

alimentação humana quanto animal. Entretanto, técnicas de melhoramento genético podem ser utilizadas para a redução do teor da saponina do grão (NORMAN et al, 1975 citado por RUIZ, 1979). A sua síntese na planta é geneticamente controlada, o que permite seleção de genótipos livres desse composto indesejável (GANDARILLAS, 1974 citado por SPEHAR; SOUZA, 1993). Trata-se de uma característica condicionada por um par de genes dominantes, fácil de ser eliminada por seleção, sendo recessivo o caráter doce.

Níveis variáveis de saponina são devido à variação na razão de um par de alelos dominantes. Esta se dá em função da polinização cruzada natural, proximidade das plantas, coincidência na floração e do efeito de seleção por pássaros, podendo variar a frequência dos alelos (PAZ CUENTAS, 1971; RIVERO, 1994 citados por SOUZA et al, 2004). Quanto maior a frequência, mais amarga é a quinoa.

Na experimentação sob condições de Cerrado, rendimento mostrou-se positivamente correlacionado com altura, comprimento e diâmetro da inflorescência e ciclo da planta. Não se verificou associação entre rendimento e tipo de inflorescência independente da região (GANDARILLAS, 1976; citado por SPEHAR; SANTOS, 2007 b; SANTOS, 1996).

A seleção para maturação tardia resultou em maior rendimento, como em outras regiões do mundo (ESPINDOLA; GANDARILLAS, 1986; OCHOA et al, 1986; JACOBSEN et al, 1996; SANTOS, 1996 citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). A obtenção de genótipos precoces, com elevada produtividade, é um desafio ao melhoramento. Essas características viabilizam o segundo cultivo (safrinha) e dessa forma permitem a expansão do plantio de quinoa no Brasil.

A estabilidade nos componentes de rendimento em quinoa tem sido determinada, o que encoraja o melhoramento genético (JACOBSEN et al, 1996 citados por SPEHAR; SANTOS, 2007 b). Segundo Lin et al (1986) citado por Ferreira (2006 f), a estabilidade pode ser definida de três tipos: o genótipo será considerado estável se sua variância entre ambientes

for pequena; se sua resposta ao ambiente é paralela ao desempenho médio de todos os materiais genéticos avaliados nos ensaios; ou se o quadrado médio dos desvios de regressão, que avalia estabilidade, for pequeno.

O segundo tipo tem sido preferido, visto que possibilita a identificação de variedades estáveis e com potencial de se manter entre as melhores em todos os ambientes. Ocorre nas situações em que o material mostra interações mínimas com o ambiente (FERREIRA, 2006 f).

O comprimento da inflorescência esteve positivamente associado à produção de grãos na semeadura de verão. A seleção realizada por meio dessa característica, sob temperaturas elevadas, pode resultar ganho em rendimento. Correlação positiva entre altura da planta e comprimento da inflorescência indica que se pode obter maior produtividade com panículas maiores em proporção ao caule (SANTOS, 1996).

A correlação positiva entre diâmetro do caule e rendimento, bem como as observações no campo, indica que, a baixa população propicia aumento do diâmetro, da ramificação das plantas e do rendimento (SPEHAR; SANTOS, 2007 b).

Quando se objetiva a produção comercial, torna-se interessante conhecer a demanda do mercado em produtos específicos. A quantidade de gorduras, carboidratos, proteínas e fibras, ainda que condicionada por vários genes, pode ser modificada via melhoramento genético, visando à obtenção de matéria-prima que atenda esses mercados (SPEHAR, 2002).

Seleções podem ser efetuadas em diferentes épocas do ano, pois as condições climáticas interferem no rendimento e assim podem-se selecionar materiais promissores para diversas épocas e finalidades. A produção de grãos é favorecida por temperaturas mais amenas, devido à menor incidência de doenças e pragas que causam a redução da área foliar e consequentemente da produção de fotossintetizados. Já a produção de biomassa total é maior

quando há temperaturas elevadas, pelo aumento do metabolismo da planta e consequentemente pela maior taxa de fotossíntese.

Na seleção por tamanho de grãos, a separação física por peneira não se mostra eficiente como critério de seleção. A maior parte da resposta fenotípica para esse caráter é determinada por fatores ambientais. Isso fica evidente quando o mesmo genótipo é semeado no verão e no inverno, mostrando diferença significativa no seu peso de 1.000 grãos.

A resposta varietal é o resultado da conjugação do fotoperíodo e da temperatura, os quais têm efeito sobre o florescimento e a maturação (SIMONDS, 1965 citado por TRECENTI, 2005). Resultados de experimento conduzido na entressafra com irrigação, em Rio Verde, Goiás, mostraram rendimento de grãos e de biomassa seca de 5,2 e 11,2 t ha⁻¹, respectivamente (SPEHAR, 2002). Em Santos (1996), citado por Trecenti (2005), as melhores produtividades foram de 1,8, 2,2, 1,2 e 5,2 t ha⁻¹ para semeaduras de verão, outono com irrigação suplementar, outono não irrigado e inverno, respectivamente.

Efeito da variação populacional nos componentes de rendimento

A definição de espaçamento e de densidade que resulte em cobertura do solo, no período mais curto possível, é necessária para se explorar o potencial de rendimento dos genótipos selecionados. Dentro de limites, existe uma correlação positiva entre o número de plantas nas parcelas e produção, ou seja, aumentando-se o seu número, haverá um reflexo positivo no rendimento (FERREIRA, 2006 c). Em estande reduzido, a quinoa mostra plasticidade no crescimento, ramificando-se e compensando a ausência de plantas. Dessa forma, devem-se definir densidades que sejam suficientes para produção e que, ao mesmo tempo, tenham reflexo positivo no manejo. O excesso de plantas pode reduzir altura de plantas e rendimentos, entretanto a falta pode gerar maiores problemas com plantas invasoras.

Na fase inicial do crescimento, a cobertura do solo é crucial na competitividade da quinoa com as plantas daninhas (WAHLI, 1990 citado por SPEHAR et al, 2007 b). Rapidez de crescimento nessa fase torna a emergência mais uniforme e assegura o estabelecimento. Aos 30 dias após a emergência a quinoa atinge cobertura satisfatória do solo. A partir desse ponto, a planta torna-se mais competitiva com plantas daninhas e diminui a desuniformidade da lavoura.

Outro fator que pode afetar a uniformidade da semeadura é o tamanho das sementes. Isso significa que elas não devem ser semeadas em profundidade. O ideal é uma cobertura com, no máximo, 2,0 cm de solo, sob pena de não emergir. Dessa maneira, deve ser definir a quantidade de sementes para se atingir a população desejada, levando em conta possíveis perdas (SPEHAR et al, 2007 b).

A experimentação em vários locais tem mostrado que a distância entre fileiras ou sulcos varia entre 0,20 e 0,40 m. Nas densidades de até dois milhões de plantas logo após a emergência, a população reduz-se para até setecentos e cinquenta mil na maturação (WAHLI, 1990 citado por SPEHAR et al, 2007 b).

As variedades diferem na capacidade de competir em altas densidades. Em geral, as mais tardias e vigorosas decrescem em rendimento em populações muito elevadas. As plantas competem entre si, diminuem a altura, o tamanho da panícula e o número de semente. Entretanto, fecham rapidamente o espaço entre as linhas e, por apresentarem menor peso individual não acamam, além de ramificar menos; nessas condições atingem rendimentos elevados (CARBONE-RISI, 1986 citado pro SPEHAR et al, 2007 b). Santos (1996) confirmou no Cerrado que a intensidade de ramificação sofre influência direta da densidade populacional.

No Bioma Cerrado, em densidades de 400.000 a 800.000 plantas/ha não se observou diferença no rendimento e isso provavelmente se explica pela ramificação das plantas em

menores populações. Entretanto, a melhor distribuição espacial, com menor distância entre as linhas e maior entre as plantas resultou em cobertura mais rápida do terreno e em maior rendimento (SPEHAR et al, 2007 b). As recomendações dos Estados Unidos são de semear de 1,0 a 1,5 milhões de plantas por hectare (JOHNSON; CROISSANT, 1985).

Na América do Sul, recomendações são de 8,0 milhões por hectare para registro de corte e 20,0 milhões por hectare para difundir práticas culturais (JOHNSON; WARD, 1993). Na região Centro Sul do Chile, empregaram-se 240.000 plantas/ha. Nas condições dos Cerrados, onde se tem maior desenvolvimento das plantas, espera-se uma redução na população.

Houve aumento de produtividade quando se reduziu a densidade de 43 até 10 plantas/m linear (VALIENTE et al (1981) citado por SANTOS, 1996). Com 750.000 plantas/ha a quantidade de ramificação reduziu-se e a planta resistiu ao acamamento (BURGASI et al, 1990 citado por SANTOS, 1996). Elevadas densidades produziram plantas frágeis e com menor número de dias entre a emergência e a maturação fisiológica.

A densidade de semeadura em sulcos é de 40 a 50 sementes viáveis/m; no sistema a lanço ou em sobressemeadura, utilizam-se 150 a 250 sementes/m². A população inicial pode atingir até 1.200.000 plantas sem prejuízo para o rendimento, pois a competição suprime as menos vigorosas, reduzindo o número em até 50% na maturação. No Cerrado, rendimentos mais elevados têm sido obtidos quando se utiliza de 10 a 15 kg ha⁻¹ de sementes, com a distância entre sulcos de 20 a 40 cm. Na sobressemeadura, pode-se chegar a 25 kg ha⁻¹ de sementes viáveis (SPEHAR et al, 2007 a). De acordo com Trecenti (2005), a quinoa pode ser semeada sobre a soja, a partir da fase de grãos cheios, com estabelecimento satisfatório no nível de 25 a 40 kg de sementes.

Em cereais e leguminosas, ocorre efeito de compensação entre partes das plantas, típico com os componentes da produção, pois um aumento do número de grãos em geral está

associado a uma redução do seu peso médio (FERREIRA, 2006 b). Em milho, as plantas compensam em 30% a produtividade da falta de plantas vizinhas (ZUBER, 1942 citado por RAMALHO, 2000). Na soja, a produção de grãos não foi influenciada pela variação da densidade, mas a maior densidade causou altura excessiva da planta, intenso acamamento no trabalho de Val et al (1971). Já a redução da densidade causou aumento no número de vagens por planta e aumento do peso das sementes.

Este trabalho foi desenvolvido no Cerrado do Planalto Central, em experimentos com acessos selecionados semeados em diferentes épocas e locais de cultivo. Um dos acessos foi avaliado em diferentes densidades populacionais. Teve por objetivo selecionar genótipos com adaptabilidade e estabilidade medida por rendimento e demais características agronômicas desejáveis. Com os resultados espera-se, obter cultivares de quinoa que atendam às exigências dos agricultores e do mercado consumidor.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2006 e 2007, em três locais: i) área experimental da Embrapa Cerrados e na Fazenda Moça Terra, localizadas em Planaltina - DF; e Fazenda Dom Bosco, localizada em Cristalina - GO.

Para identificar diferenças genotípicas nos acessos, foram escolhidas áreas mais homogêneas possível, representativas das áreas de produção de grãos (FERREIRA, 2006 c). Os solos desses locais são característicos do Cerrado do Brasil Central, com grande potencial para a expansão do cultivo da quinoa. O clima, característico da região, é classificado como Aw (Köppen), com duas estações bem definidas (seca e chuvosa). No inverno ocorre déficit hídrico e baixas temperaturas. O verão é quente e úmido, com a ocorrência de períodos de estiagem durante a estação chuvosa (veranicos). Apresentam as seguintes características edafo-climáticas:

Embrapa Cerrados

Localizada a 15°39'84" de latitude S e 47°44'41" de longitude W, em altitude variando de 1.000 a 1.217 m. A área onde se conduziu o experimento encontra-se a 1.000 m e apresenta um Latossolo Vermelho Escuro, de textura argilosa. A temperatura e a pluviosidade média anual são 21,9 °C e 1.395,6 mm, respectivamente (Tabela A.1).

Moça Terra

Localizada à 15°41'23,7" de latitude S e 47°34'18,5" de longitude W, com altitude de 1.110 m, no Núcleo Rural Santos Dumont. A fazenda é propriedade da empresa Itec-

Biotecnologia Agrícola Ltda. O solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso. A temperatura média de dezembro a abril de 2007 foi 22,02 °C. A precipitação acumulada foi de 435,4 mm, média de 87,08 mm por mês (Tabela A.2).

Dom Bosco

A fazenda Dom Bosco situa-se na latitude 16° 14' S e na longitude 47° 27' W, a uma altitude de 976 m. É de propriedade do Engenheiro Agrônomo Sebastião Conrado de Andrade, e localiza-se na Rodovia BR 251 (Brasília-DF/Unaí-MG) Km 14. O solo é um Latossolo Vermelho distroférico, de textura franco argilosa. A propriedade opera em sistema de semeadura direto desde 1990. A precipitação anual é de 1.113,0 mm e a temperatura média foi de 21 °C (Tabela A.3).

A área foi irrigada com base na necessidade do trigo (Tabela A.5) plantado na área total do pivô. Ainda que a temperatura seja menor na época, não constituiu fator limitante ao crescimento e desenvolvimento para a quinoa.

Características e Origem do Germoplasma

As sementes dos acessos encontravam-se em câmara fria a baixa umidade (13%) e temperatura (10°C) por cinco anos. Durante a condução no primeiro ano (Embrapa Cerrados), foram realizadas seleções de indivíduos dentro de acessos, para aproveitar a variabilidade detectada com base na morfologia das plantas, na presença/ausência de saponina, no ciclo e no tamanho de grãos. As sementes de indivíduos selecionados originaram progênies que foram avaliadas nos experimentos subsequentes (Moça Terra e Dom Bosco). Os indivíduos, previamente selecionados mostravam diferenças em altura de plantas, ciclo (número de dias entre emergência e maturação fisiológica), rendimento de grãos e biomassa e sementes

grandes, relativas à BRS Piabiru. Até a instalação dos experimentos as sementes das progênies foram armazenadas em câmara fria.

Para avaliar o efeito ambiental sobre os genótipos foram selecionados tratamentos comuns a cada época de semeadura para se realizar a análise conjunta dos dados. Interação genótipo por ambiente e estabilidade foram avaliadas por análise de variância conjunta dos ensaios (COCHRAN; COX, 1957; FERREIRA, 2000 citados por FERREIRA, 2006 f).

Como parâmetros de comparação foram usadas as cultivares Kancolla, originária do altiplano, BRS Piabiru, adaptada às condições de Cerrado e a progênie 4.5, as quais apresentam ciclo precoce, ciclo tardio e ciclo intermediário, respectivamente. Assim estas serviram de bases de comparação pelo fato de serem estáveis em rendimentos e características agronômicas.

A BRS Piabiru, primeira variedade recomendada ao cultivo no Brasil, apresenta grãos com peso médio de 2,4 g/1.000 grãos, enquanto nas progênies selecionadas os valores são superiores a 3,0g/1.000.

Os acessos utilizados como ponto de partida são oriundos de seleções por morfologia e ciclo realizadas no Brasil, a partir de populações procedentes dos vales equatorianos e peruanos. Esses vales apresentam altitude entre 2.000 a 3.000 m sobre o nível do mar. A título de comparação, incluíram-se genótipos originários do altiplano Boliviano-Peruano, situado a uma altitude entre 3.800 a 4.000 m.

A partir dos acessos avaliados na Embrapa foram selecionados indivíduos para testes de progênies. Devido ao grande número, estas foram incluídas em dois experimentos no verão (Moça Terra 1 e Moça Terra 2). Destes, outro grupo foi formado, com um núcleo comum para o ensaio de inverno (Dom Bosco).

Preparo de sementes e Densidade de Semeadura

As sementes dos acessos, antes do preparo dos experimentos, passaram por uma avaliação de germinação e limpeza dos resíduos de colheita e apresentaram os valores médios de germinação de 80%.

No preparo, levou-se em conta a densidade de 40 sementes/m. Esse valor, ainda que pareça elevado, se deve à pequenez da semente. Como pode ocorrer falha na germinação, por excesso de cobertura de solo, com a utilização desse número, esperava-se uma densidade final de 15 a 20 plantas/m. O excedente foi retirado por desbaste aos 15 dias após a emergência.

Não foi realizado tratamento, pois as sementes haviam sido produzidas na entressafra e não apresentavam problemas relativos à fitopatógenos e associação de insetos praga.

Delineamento Experimental e Tratamentos

Os ensaios de avaliação de genótipos foram conduzidos em duas épocas de semeadura, sob diferentes regimes hídricos e condições de solo, de forma a possibilitar seleção de genótipos com maior rendimento e estabilidade.

Os experimentos foram delineados em blocos casualizados com três repetições, a exceção do conduzido na Embrapa, com duas, devido ao grande número de progênies a serem avaliadas (FERREIRA, 2006 c). Alguns tratamentos se repetiram dentro do bloco, visando aumentar o número de graus de liberdade do erro, melhorando a eficiência das comparações dos dados. Cada parcela constituiu-se de uma linha de 2,0 m de comprimento, no espaçamento de 0,5 m, perfazendo 1,0 m². Esse espaçamento foi utilizado por facilitar a operação de preparo e plantio.

A amostragem populacional em área de multiplicação do genótipo 4.5, foi realizada para avaliar o efeito de densidade nos componentes de rendimento. As parcelas, com área útil

de 1m², foram espaçadas de 0,5 m. O delineamento foi considerado inteiramente casualizado. Na identificação das parcelas, aproveitaram-se falhas de germinação para se atingir densidades menores. Foram avaliadas as respostas por altura de plantas, rendimentos em biomassa e grãos, peso de 1.000 sementes e índice de colheita. Os limites inferiores e superiores de população foram estabelecidos entre 100.000 a 600.000 plantas/ha, para mostrar um panorama da variação.

Amostragem de Solo

Dez amostras simples de solo foram coletadas nas áreas experimentais, num percurso com movimento em zigue zague para obter uma amostra composta representativa da área. As análises químicas e físicas foram realizadas no laboratório de análise de solo da Embrapa Cerrados imediatamente após a coleta.

Com base nos dados da análise química foram realizadas as recomendações de adubações para as respectivas áreas. Não foi aplicado calcário em nenhum experimento, pois os valores de pH e de cálcio e magnésio, indicados nas análises de solo estavam dentro do limites aceitáveis para o cultivo da quinoa.

As adubações foram baseadas nos níveis existentes no solo e na exigência da cultura. As fontes de nutrientes foram diferenciadas na Embrapa, na Moça Terra e na Fazenda Dom Bosco. Na definição desses valores levou-se em conta a demanda da planta (SPEHAR; SANTOS, 2007 c).

Tabela 1: Análise física das áreas experimentais

	<i>Profundidade</i>	<i>Areia (%)</i>	<i>Silte (%)</i>	<i>Argila (%)</i>
Embrapa	0-20	34	21	45
Moça Terra	0-20	40	14	46
	20-40	38	12	50
Dom Bosco	0-20	11	17	72

Tabela 2: Análise química e de matéria orgânica das áreas experimentais

<i>Área</i>	<i>IC</i>	<i>pH H₂O</i>	<i>Al</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>H + Al</i>	<i>MO</i>	<i>V</i>
	UM	-----	me/100cc	mg/l	mg/l	me/100cc	me/100cc	me/100cc	%	%
Embrapa	0-20	5,78	0,16	4,15	68,00		4,82	4,08	2,26	55
M. Terra	0-20	5,38	0,08	2,58	58,13	1,36	0,3	2,84	1,28	39
	20-40	5,31	0,04	1,41	42,04	0,81	0,23	1,76	0,68	39
D. Bosco	0-20	5,68	0,00	7,54	79,25	2,52	0,73	4,54	2,91	43

Temperatura média e precipitação

Os dados de pluviosidade e temperatura foram obtidos na estação climatológica principal da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF e na Emater, em Cristalina, GO, os quais foram os pontos mais próximos das áreas experimentais.

No experimento de verão, Moça Terra, safra 2006 - 2007, não houve suplementação hídrica. Nesse período a estação do ano se caracteriza, no Centro Oeste Brasileiro, como chuvosa (Tabela A.2).

Nos experimentos de inverno, Embrapa 2006 e Dom Bosco 2007, o suprimento de água foi realizado via irrigação por aspersão e através de pivô central, respectivamente. As

médias diárias de precipitação e temperaturas nas épocas experimentais podem ser observadas nas Tabela A.1 e Tabela A.3. A irrigação foi suspensa quando os genótipos atingiram maturação fisiológica, perderam as folhas e as panículas mudaram de cor.

Manejo e Tratos culturais

O experimento na Embrapa Cerrados foi semeado em 24 de maio de 2006, e após sua maturação, foi realizada a colheita em 30 de setembro de 2006. Em Moça Terra, a semeadura ocorreu em 20 de dezembro de 2006 e a colheita se deu em 23 de abril de 2007. Na Fazenda Dom Bosco a semeadura de competição de genótipos e o experimento de população, foram semeados em 30 de abril de 2007, sendo a colheita do primeiro em 4 de setembro de 2007 e do segundo 20 dias depois. As sementes foram distribuídas manualmente, buscando-se manter uma equidistância entre elas. Devido ao tamanho reduzido da semente, a mesma não deve ficar a mais de 2,0 cm de profundidade.

Embrapa (Planaltina – DF)

A área em plantio convencional foi preparada com uma aração e duas gradagens para efetuar o controle de plantas daninhas existentes na área e seu nivelamento. Para evitar a competição das eventuais plantas invasoras, foram realizadas capinas manuais. Após o nivelamento e o sulcamento, procedeu-se a adubação, incorporando-se ao solo.

Na adubação manual, no sulco antes do plantio, aplicaram-se 500 kg/ha, do formulado 05-25-15. Durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, nenhuma complementação de adubação via foliar ou de cobertura foi realizada.

Não se realizou controle fitossanitário, pois as plantas não apresentaram doenças, e insetos-praga que levassem a perda e danos.

Moça Terra (Planaltina – DF)

De modo semelhante ao da Embrapa, o preparo do solo foi convencional, com arações e gradagens, e o controle plantas daninhas após a semeadura foi realizado com capinas manuais.

A adubação a lanço e incorporada foi realizada utilizando 450 kg/ha de farinha de osso, como fonte de fósforo (P), 160 kg/ha de sulfato de potássio (K), e 5 t ha⁻¹ de cama de matriz aviária, como fonte de nitrogênio (N) e outros elementos, pois a fazenda opera em sistema de agricultura orgânica. Antes da semeadura foi realizado nivelamento e sulcamento.

Após a emergência plena, verificada 17 dias após o plantio, foi realizado o primeiro controle fitossanitário com a pulverização de Bionutre (1%) + EP6(1%). Foram gastos 80 litros de calda. Foi diagnosticada nesta data a presença de fungos de solo causando tombamento. Os sintomas nas plantas assemelhavam aos de *Fusarium*, *Rizoctonia* e *Pythium*.

Aos 24 dias após a semeadura, foi realizada uma pulverização com 70 litros de calda contendo Dipel (01 grama / litro) + Óleo de Nim (1%) para o controle da Vaquinha e da Lagarta Rosca. Aos 38 dias após a semeadura foi realizada uma pulverização com 90 litros de calda contendo 1% de Calda de Pimenta para o controle do Pulgão.

Aos 50 dias após a semeadura foi realizada novamente pulverização com 128 litros de calda de Dipel (01 g/L) + óleo de Nim (1%) para o controle da Broca das Axilas e da Lagarta da Soja. O Dipel, bioinseticida bacteriano de *Bacillus thuringiensis*, var *kurstaki*, promove o controle biológico de lepidópteros (lagartas e traças) em vinha, hortícolas e floresta. Atua por ingestão, provocando a paralisia geral dos insetos, que deixam de se alimentar e morrem. No mesmo momento foi aplicado também 82 litros de calda Sulfocálcica (1%) para o controle da Lagarta da Soja e da Broca das Axilas.

Dom Bosco (Cristalina – GO)

A área de pivô central usada para o experimento foi cultivada anteriormente com milho em plantio direto. Antes do plantio, a área foi dessecada com o herbicida não seletivo, glyphosate Transorbe®, na dose de 2,5 l/ha, para o controle das plantas daninhas existentes na área. Não se usou controle químico pela inexistência de herbicidas registrados para a cultura que atuem de maneira satisfatória (SPEHAR; SANTOS, 2007 d).

A adubação foi realizada antes do plantio, em sulcos abertos pela plantadeira, utilizando 450 kg do formulado 2-25-15 por hectare, recomendado para a cultura do trigo que foi semeada no pivô em área adjacente à da quinoa. A semeadura foi realizada manualmente, nos sulcos deixados pela plantadeira, mantendo-se os resíduos do cultivo anterior nas entre-linhas, para contribuir na supressão das plantas daninhas (SPEHAR; SANTOS, 2007 d) e maior aproveitamento dos nutrientes residuais (SPEHAR et al, 2007 b).

Após trinta dias da semeadura foi realizada uma aplicação de N em cobertura na forma de 200 kg/ha de uréia conforme recomendações de Spehar et al (2007 b).

O controle fitossanitário realizado para a cultura do trigo foi também usado no experimento da quinoa. Foi aplicado o inseticida Lorsban 480 BR® (Clopirifos) para o controle de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta dos capinzais (*Mocis latipes*), lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) e lagarta rosca (*Agrotis ipisilon*), na dose de 0,4 a 0,8 ml por hectare. Para o controle preventivo de doenças de solo, causadoras de tombamento, foi usado o Folicur® (tebuconazol) na dose de 400 ml por hectare. No momento da colheita foram observados a presença de percevejos da soja (*Nezara*, spp.) migrantes das lavouras anteriores, mas não foram constatados danos.

Avaliações

Durante a condução dos experimentos avaliaram-se as seguintes características: i) altura de plantas - no inverno de 2006, distância em centímetros, do nível do solo até o ápice da inflorescência de 10 plantas amostradas ao acaso por parcela, antes da colheita do experimento, enquanto nos demais por visada da altura média das plantas com auxílio de uma trena colocada no centro da parcela; ii) número de dias entre a emergência e a maturação fisiológica - avaliado visualmente, com base na mudança de coloração da panícula (de verde para amarela), da descoloração e deiscência das folhas, no grau de maturação (95% em maturação fisiológica) e na debulha dos frutos; iv) Rendimento de matéria seca - plantas cortadas na sua base, acondicionadas em sacos de polipropileno trançado mantidos abertos e dependurados, acima do piso, até atingirem peso constante, avaliados por pesagens amostrais de toda a parte aérea, com valores extrapolados para $t\ ha^{-1}$; v) beneficiamento e rendimento de grãos - após a debulha material colhido foi submetido à ventilação para separar impurezas, avaliando-se rendimento de grãos e extrapolando-se os valores para $t\ ha^{-1}$; vi) índice de colheita (IC) - calculado com base na relação entre peso de grãos e peso total de biomassa, expressa em porcentagem, refletindo a proporção respectiva; vii) peso de 1.000 grãos - determinado por médias de amostragens de 100 grãos e multiplicado por 10; viii) densidade populacional - número de plantas por metro linear, com densidade populacional previamente definida, no experimento com a linhagem 4.5 conduzido na Fazenda Dom Bosco.

Secagem e Beneficiamento

Para as avaliações de rendimento de grãos e preparo das sementes para os ciclos de seleção que se seguirão, foram feitas limpezas do material colhido, seguindo recomendação de BURGASI et al (1990) citado por SANTOS (1996).

Avaliação prévia, indicando valores de umidade entre 15% e 20%, ainda que a colheita tenha se realizado no período da seca, indicou que o simples revolvimento do material colhido permitiu perda da umidade até atingir os 13% desejáveis no armazenamento de longo prazo. No período das chuvas, com a umidade do grão mais alta, prolongou-se o período de secagem. Nos dois casos, o propósito foi de comparar genótipos com o mesmo teor de umidade na semente.

Protegidas do ataque de pragas e roedores, as parcelas, ainda que sejam influenciadas pela umidade relativa do ar, atingiram peso constante. Esse período foi variável, dependendo da época, que afeta a umidade do material colhido e das condições de umidade relativa do ar.

Pesagem

As parcelas contendo plantas inteiras foram acondicionadas em sacos de polipropileno trançado e os grãos foram armazenados em sacos de papel. Todas as pesagens foram realizadas utilizando-se balança de precisão. O peso líquido tanto de biomassa quanto de grãos, foi obtido pela dedução do valor referente às embalagens usadas.

Trilha

A trilha de cada parcela foi realizada separadamente de forma manual separando-se os grãos da panícula. Para eliminar o perigônio, os frutos foram esfregados entre si, peneirados e soprados.

Pré limpeza

A pré limpeza consistiu na remoção de impurezas e resíduos que acompanham o grão após a colheita (SPEHAR, 2002). Foi realizada logo após a trilha, usando peneiras de crivos quadrados sobreposta em peneira acrivadas para separar e descartar materiais inertes

grosseiros, tais como folhas e pecíolos, pedras, partículas de solos e insetos, semelhante ao usado no beneficiamento de café.

Limpeza

A retirada de materiais inertes finos, como o oxalato de cálcio e o perigônio, teve de ser ajustada ao tamanho da semente. Devido ao tamanho reduzido da semente, as parcelas foram submetidas individualmente ao soprador a vácuo, modelo SEEDSORTER, da MOTOIAMA Engenharia, que pela regulagem da entrada de ar permite separar os grãos das impurezas. Este equipamento é usado no beneficiamento de sementes de forrageiras e hortaliças.

Na colheita com umidade mais elevada, como nos experimento de verão, houve maior aderência do perigônio com as sementes. Para finalizar o beneficiamento, foi utilizado um escarificador, FORSBERG – THIEF RIVER FEALL, modelo MINN 56701, para separação dos mesmos. O maior teor de umidade na colheita dificulta o beneficiamento sementes de quinoa; assim a retenção do perigônio tende a ficar mais intensa exigindo escarificação (ROCHA, 2007, informação pessoal).

Armazenamento

As sementes foram armazenadas em câmara fria, com umidade em torno de 12% em embalagens herméticas para manter a germinação por longos períodos, além de prevenir pragas de grãos armazenados (SPEHAR et al, 2007 b).

As parcelas foram acondicionadas em sacos de papel, transferidas para caixas de papelão e armazenadas em câmara fria a 10°C.

Análise de Dados

Os dados foram submetidos ao programa estatístico Statistical Analysis System (SAS) versão 9,1. Procedeu-se à análise de variância independentemente para cada experimento (RAMALHO et al, 2000). Para se fazer a análise conjunta de todos os experimentos, verificou-se os quadrados médios do erro, com base na relação entre o maior e o menor valor, de tal forma que este seja inferior a quatro vezes (PIMENTEL GOMES, 1990).

A análise de distribuição do erro mostrou alta variabilidade, refletindo uma baixa homogeneidade nos locais. Devido à discrepância dos dados do experimento de inverno na Embrapa, não foi possível realizar a análise conjunta de todos os experimentos. Dessa forma, selecionaram-se 17 acessos que se repetiram pelo menos nas duas épocas de semeadura para que deles fossem realizados a análise conjunta com o objetivo de se avaliar a interação genótipos por ambientes.

Os parâmetros utilizados nas análises foram: número de plantas por metro quadrado, altura de planta, número de dias entre a emergência e maturação, rendimento em matéria seca e grãos, índice de colheita e peso de 1.000 grãos.

Na comparação de variância dos tratamentos com a variância do erro experimental, foi usado o teste de F, por ser bastante rigoroso e de fácil aplicação (FERREIRA, 2006 f).

A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de correlação para definir a relação entre eles, objetivando a seleção por componentes de rendimento (FERREIRA, 2006 f).

Uma das implicações mais importantes das correlações relaciona-se com a seleção, isto é, com o melhoramento de um caráter que pode causar alterações em outros. Foram

correlacionadas todas as características avaliadas de todos os genótipos em todos os experimentos.

A análise de regressão foi usada para avaliar o experimento de densidade da progênie 4.5, baseada em análise gráfica dos dados originais, indicando a tendência que os valores das variáveis apresentavam em diferentes densidades. Dessa forma apenas os dados de altura puderam ser avaliados por esta análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de homogeneidade de variância do erro mostrou que o experimento Embrapa, estava interferindo negativamente na comparação e impedindo a análise conjunta das variáveis. Dessa forma, optou-se pela retirada desse experimento na análise conjunta. A falta de homogeneidade nesse experimento pode ser explicada, em parte, pela deficiência de N, além da variação fenotípica dentro de acessos.

Todas as demais características avaliadas foram influenciadas pela época de semeadura e pelas condições climáticas, principalmente, temperatura e precipitação durante o ciclo e a maturação. Como o suprimento de água foi suficiente, entende-se que a temperatura foi o fator que mais influenciou o comportamento da planta.

A BRS Piabiru foi o tratamento que teve o ciclo mais prolongado chegando a 145 dias no inverno 2007 e 150 dias no verão 2006 - 2007, confirmando experimentos anteriores (SPEHAR; SANTOS, 2002). No experimento de inverno 2007, a média de maturação das demais progênies foi de 120 dias. A Kanccola apresentou o ciclo mais reduzido entre os genótipos avaliados, em torno de 110 dias.

A temperatura média do inverno no Cerrado ainda foi alta, em torno de 20 °C, quando comparada à mesma época nos Andes, suficiente para acelerar o ciclo da quinoa, reduzindo o número de dias da emergência à maturação (SANTOS, 1996). Além disso, em baixas altitudes nas latitudes maiores, variedades de quinoa mostram-se sensíveis ao fotoperíodo, amadurecendo quando os dias encurtam (SPEHAR; SANTOS, 2002).

Ainda que houvesse diferenças no rendimento de grãos e de biomassa, para um mesmo genótipo, em todos os experimentos, os dados de altura plantas indicam possibilidade de colheita mecanizada, mesmo para os precoces em relação à BRS Piabiru. A média de altura no experimento Embrapa, foi de 118,1 cm, variando de 165,0 a 75,0 cm com destaque para

82.2 e 30.2 como os mais altos (Tabela C.1). Em Moça Terra 1, a altura média das plantas foi de 162,2 cm, variando de 165,0 a 110,0 cm. Já em Moça Terra 2, a altura média foi de 178,2 cm, variando de 180,0 a 110,0 cm. Nestes, somente a Kanccola diferiu dos demais tratamentos, apresentando a menor altura (Tabela C.2 e C.3). Sob temperatura mais elevadas fica evidenciada a diferença entre os genótipos para plantas com maior crescimento. No experimento Dom Bosco, a altura média de plantas foi de 173,9 cm, variando de 215,4 a 136,75 cm. A BRS Piabiru apresentou a maior altura, devido ao ciclo prolongado, atribuído à sua origem, a partir de seleções populacionais dos vales andinos, destacando-se entre os tratamentos (SIMONDS, 1965 citado por SANTOS, 1996). Era de se esperar que em Dom Bosco o porte fosse menor devido à temperatura mais amena, entretanto a maior crescimento foi devido, provavelmente, à diferença em fertilidade do solo e a aplicação complementar de N em cobertura e via foliar.

Por outro lado e de modo geral, ainda que as plantas tenham crescido mais no verão, o peso de grãos foi menor. A temperatura ambiente mais alta do verão em relação ao inverno provoca diminuição na produtividade, maior crescimento em altura, sem correspondente aumento do ciclo da planta (SANTOS, 1996).

Outro ponto que deve ser relevado é que a altura de plantas também está diretamente relacionada com a fertilidade do solo, apresentando maiores valores em áreas com níveis mais elevados de elementos químicos. O excesso de chuva no período de safra verão pode afetar rendimento, por diluição na solução do solo e lixiviação de nutrientes, e dessa forma reduzir o potencial de crescimento da planta.

Entretanto, deve ser ressaltado que ainda assim, houve genótipos que atingiram rendimento satisfatório, tanto em biomassa total quanto em grãos, como no caso do acesso 30.2 Isso pode ser um indicativo de eficiência na utilização do N. O que fica evidente é que

no verão as plantas tendem a crescer mais do que no inverno. As diferenças que são notáveis entre as médias dos experimentos são principalmente atribuídas a causas ambientais.

Quando se compara os experimentos Embrapa e Dom Bosco, percebe-se grande diferença de altura, 60 cm na média, porém as condições de temperatura foram muito próximas excluindo o fator climático como responsável pela variação. As médias de temperatura nos dois experimentos estão nas Tabelas A.1 e A.3. Nos demais, fica claro que as alturas entre inverno e verão são bem próximas.

O rendimento de biomassa total é maior quanto maior a temperatura e a umidade do solo e do ar. Isso fica evidente quando comparado os experimentos de verão e inverno. No experimento Embrapa, a média de rendimento de biomassa total foi de 6,0 t ha⁻¹, variando de 9,9 a 4,0 t ha⁻¹. O acesso 30.2 foi o que mais se destacou com 9,92 t ha⁻¹, contrastando com Spehar et al (1997), que obteve 6,5 t ha⁻¹ de biomassa total. No experimento Moça Terra 1, a média de rendimento de biomassa total foi de 8,8 t ha⁻¹, variando de 13,8 a 3,0 t ha⁻¹. A progênie 80.6.18 se destacou com 13,8 t ha⁻¹. No experimento Moça Terra 2, a média de rendimento foi de 8,4 t ha⁻¹, variando de 11,7 a 5,0 t ha⁻¹ tendo destaque a 79.18.02 com 11,7 t ha⁻¹. Tavares et al (1995) citado por Santos (1996) obteve cerca de 11 t ha⁻¹ de massa, na fase em que o cultivo se encontrava a 2/3 do total. No experimento Dom Bosco, a média de rendimento de biomassa total foi de 7,8 t ha⁻¹, variando de 11,8 a 4,0 t ha⁻¹. As progênies 79.2.46 e 82.1.23 foram os que mais se destacaram, produzindo 11,8 e 11,6 t ha⁻¹, respectivamente.

Enquanto no verão em Moça Terra 2, a progênie 79.18.02 produziu 11,7 t ha⁻¹, no inverno em Dom Bosco, o mesmo tratamento produziu 7,9 t ha⁻¹. Como se pode esperar, genótipos se destacaram em determinada época para produção de biomassa enquanto noutras, o desempenho foi melhor na produção de grãos. Quando isso acontece, os genótipos que

difiram no desempenho são indicados aos agricultores, porém cada um para sua área de adaptação e sua finalidade (FERREIRA, 2006 b).

Nestes experimentos, a BRS Piabiru com o ciclo mais longo, não apresentou a maior produção de biomassa total. Vale enfatizar que, no verão 2006 - 2007 o acumulado de chuva foi alto, sendo que esta informação pode explicar a maior produção de biomassa total para os outros genótipos (Tabela A.2).

O rendimento de grãos não apresentou valores discrepantes em função da época como se poderia esperar. No experimento Embrapa, a média de rendimento de grãos foi de 1,6 t ha⁻¹, variando de 2,7 a 0,9 t ha⁻¹. O acesso mais produtivo foi o 30.2 com 2,7 t ha⁻¹. Spehar e Santos (2005) obtiveram 2.6 t ha⁻¹ em experimento nas mesmas condições climáticas e sob irrigação, em trabalho pioneiro, com genótipos selecionados localmente.

No experimento de verão Moça Terra 1, o média de rendimento de grãos foi de 2,6 t ha⁻¹, variando de 4,7 a 0,9 t ha⁻¹ com destaque para a progênie 80.6.18 com 4,7 t ha⁻¹. Enquanto no Moça Terra 2, a média de rendimento de grãos foi de 2,5 t ha⁻¹, variando de 3,9 a 1,2 t ha⁻¹ com destaque para 79.18.02 com 3,9 t ha⁻¹. No experimento de inverno Dom Bosco, a média de rendimento de grãos foi de 2,5 t ha⁻¹, variando de 4,2 a 1,3 t ha⁻¹ destacando-se a progênie 79.2.46 com 4,2 t ha⁻¹. Esses valores superam os obtidos por Spehar et al (1997) e Spehar e Souza (1993), também no Cerrado. Dados obtidos em outros ambientes mostram valores superiores, chegando a 3,6 t/ha (Souza et al, 2004), indicando possibilidades de ganho por seleção.

O acesso 30.2 e as progênies 79.02.46 e 79.18.02, com maiores produção de biomassa e de grãos, podem ser indicados para semeadura em qualquer época do ano. Apesar do comportamento diferenciado de alguns acessos, em média houve pequena variação de produtividade quando se comparam as duas épocas. Com o aumento da temperatura há uma

tendência ao nivelamento do comprimento do ciclo dos genótipos, e das produtividades, apesar do aumento na altura das plantas (SANTOS, 1996).

De um modo geral, o rendimento obtido no Cerrado surpreende quando comparado com os obtidos na maior parte da região Andina e torna o seu cultivo potencialmente atrativo no Brasil (SPEHAR; SOUZA, 1993). Naquelas regiões o fator que parece limitar o desempenho da quinoa é o estresse hídrico.

O índice de colheita (IC) mostra a proporção de grãos na biomassa total. Maior valor indica que a seleção foi efetiva para produção de grãos; o contrário, em genótipos tardios, favorece a produção de biomassa, útil na alimentação animal ou proteção de solo. Cada um tem sua implicação na agricultura. Nessa situação os plantios de verão, possibilitam maior expressão de alelos condicionantes do acúmulo de matéria seca, a qual nem sempre é acompanhada por rendimento. A causa provável é a combinação de menor suprimento de nutrientes na fase reprodutiva e maiores temperaturas, causando descompasso entre fonte e dreno. IC elevados, indicando maior proporção de grãos sobre o peso total da planta., mostra que o cultivo de quinoa fica favorecido no inverno, quando é maior a expressão dos condicionantes da formação e o peso dos frutos.

Em quinoa espera-se que 40 % da biomassa total se convertam em grãos, o que é um bom resultado quando comparado a espécies como a soja, que apresentam altos níveis de conversão, podendo chegar aos 50%. Santos (1996) obteve 20% de IC no verão e 33% no inverno, os quais são considerados baixos, se comparados a outras culturas graníferas adaptadas como soja, milho, arroz, feijão.

No experimento Embrapa, a média de Índice de colheita foi de 26%, variando de 32% a 18%. O acesso 80.4 foi o que mais se destacou. (Tabela C.1). No experimento Moça Terra 1, a média de índice de colheita foi de 30%, variando de 37% a 22%. No experimento Moça Terra 2, a média de índice de colheita foi de 29%, variando de 35% a 20%. Em ambos,

não houve diferença significativa entre os tratamentos. No experimento Dom Bosco, a média de índice de colheita foi de 32%, variando de 52% a 18%. A progênie 4.5 MT3 foi o que mais se destacou.

Era de se esperar que no verão o IC fosse menor do que em inverno, quando o menor porte da planta e maiores produtividades que ocorrem em temperaturas mais baixas. Entretanto, os IC foram bem próximos, devido ao fato de o rendimento no verão ter sido elevado, mesmo com menor tamanho de grão. A explicação provável é de que no verão a planta produz grãos em maior número, compensando em volume (SANTOS, 1996).

Entretanto, nem todos os grãos se formaram por provável efeito combinado de maiores temperaturas e umidade no solo. Esta, em excesso, pode ter um efeito de diluição de nutrientes na fase crítica do desenvolvimento (SPEHAR, informação pessoal). Portanto o tamanho de grão no verão pode ser afetado por temperaturas mais elevadas na fase reprodutiva. As sementes se formam com menor peso, como provável consequência da redução na produção e na transferência de fotossintetizados. Entretanto, é necessário investigar e identificar os fatores que interferem na fase reprodutiva (Tabela C.2 e C.3).

Os rendimentos na entressafra foram mais elevados do que os obtidos no verão. Essa diferença não foi acompanhada pela biomassa total que afetou o índice de colheita (IC). Independente do ciclo, genótipos com elevado IC são mais eficientes na produção de grãos, em cultivo comercial; enquanto os que apresentam baixo IC, podem destinar-se à produção de forragem e de palha para a proteção do solo, como o milheto (SPEHAR et al, 2007 b).

O tamanho de grão é visivelmente influenciado pela época de semeadura, mas principalmente pelas condições climáticas na fase reprodutiva. No experimento Embrapa, o peso médio de 1.000 sementes foi de 3,29 g, variando de 5,0 a 2,05 g com destaque para 9.54.2 com maior valor. No experimento Moça Terra 1, a média foi de 2,51g, variando de 2,9 a 2,1 g. No Moça Terra 2, foi de 2,45 g, variando de 2,86 a 2,13 g. Não houve diferença

significativa entre os tratamentos em ambos. No experimento Dom Bosco, o peso médio de 1.000 sementes foi de 2,91 g, variando de 3,53 a 2,19 g com maior valor alcançado pela progênie 80.1 g. Este tratamento foi selecionado anteriormente pelo seu tamanho de grão, confirmando, que esta característica é genética e não apenas devido a variação ambiental.

Quando se consideram as progênies individualmente, o rendimento na semeadura de inverno pode ser o dobro da observada no verão. Com base nestes resultados e confirmando Santos (1996), plantios comerciais devem ser conduzidos entre janeiro e maio. Quando se pretende selecionar para tamanho de sementes a época da seca (inverno) parece mais apropriada, aumentando a magnitude das diferenças entre genótipos e permitindo separar o efeito genético do ambiental.

O maior tamanho do grão é uma característica desejável no mercado consumidor. Os resultados obtidos permitem recomendar a produção de grãos na entressafra para melhor qualidade e tamanho dos grãos. Neste período há menor incidência de doenças e pragas, o que pode ser uma vantagem adicional relativa à qualidade do material colhido.

A persistência do perigônio, estrutura que envolve a semente (fruto) foi confirmada na BRS Piabiru. Nos demais genótipos foram observados que quando a colheita foi realizada com alta umidade do ar e da planta, houve maior dificuldade na sua remoção. Esta condição é indesejável, pois onera os custos e reduz a eficiência do beneficiamento.

Na análise conjunta dos experimentos de verão e inverno, as progênies mostraram interação significativa em todas as características avaliadas (Tabela C.11). Portanto, existe interferência do ambiente no desempenho do genótipo, se refletindo no rendimento de grãos e de biomassa. Estes dados confirmam a interação de quinoa com o ambiente, encontrada com outros genótipos (SANTOS, 1996). Portanto, cada genótipo se comporta de uma maneira sob diferentes condições ambientais, e sua indicação de cultivo dependerá da finalidade que se dará a ele.

O ganho por seleção, com base no desempenho das progênies mostrou estabilidade de características agrônômicas, pois pode se perceber que os resultados mantiveram-se em média com valores aproximados, independente da época. Entretanto, a escolha da época de semeadura pode ser importante para definir a expressão fenotípica de algumas progênies.

De um modo geral, com base no desempenho dos genótipos, a quinoa confirma-se como uma espécie com grande potencial para emprego nos sistemas de produção, além de se constituir em uma nova opção alimentar para o país (SEPHAR; SOUZA, 1993).

Os experimentos foram conduzidos com acurácia aceitável, medida pelos valores do coeficiente de variação (Tabelas C.5 a C.8). De acordo com Pimentel Gomes (1990), nos experimentos em campo, se o coeficiente de variação for de 10 a 20 %, são considerados médios e de boa precisão. Quando um pouco elevados podem indicar variações dentro de progênies que não se repetem, aumentando o erro experimental.

Na análise de regressão feita para a variável altura de plantas no experimento de população da progênie 4.5, verificou-se uma tendência na distribuição dos dados, de forma que evidenciou que o maior número de plantas reduziu o porte de forma linear. O R^2 obteve valor 0,94, altamente significativo. Foi possível quantificar que a cada incremento de 10 plantas, ocorre redução de 4,0 cm na altura. Os demais parâmetros peso de 1.000 sementes, rendimento de biomassa total e grãos, e índice de colheita não mostram distribuição padrão dos dados e apresentaram R^2 com valores muito baixos (Tabela C.11). Portanto, no intervalo de 100.000 a 600.000 plantas ha^{-1} , a quinoa respondeu igualmente em rendimento, nas condições do Cerrado.

Na correlação entre os parâmetros pode-se observar que a variável altura de plantas mostrou associação positiva com rendimento de matéria seca (0,39) e grãos (0,28) e negativa com peso de 1.000 grãos (-0,36). A variável matéria seca correlacionou-se positivamente com altura de plantas (0,39) e com rendimento de grãos (0,83), e negativa baixa com peso de 1.000

grãos (-0,16). O rendimento de grãos apresentou correlação positiva baixa com altura de plantas (0,28), com índice de colheita (0,47) e alta com matéria seca (0,83). O peso de 1.000 grãos apresentou correlação negativa com altura de plantas (-0,36) e rendimento de matéria seca (-0,16) e positiva baixa com índice de colheita (0,13). O índice de colheita apresentou correlação positiva com peso de 1.000 grãos e média com rendimento de grãos (0,47) (Tabela C.10).

Correlação positiva entre altura de plantas e ciclos mais longos, condicionando maiores rendimentos, foi reportada anteriormente (SANTOS, 1996). Portanto, associação de rendimento de grãos com matéria seca pode ser resultado de maior altura de plantas para um mesmo ciclo. Como esperado o maior IC esteve associado com rendimento. A relação negativa entre tamanho de grãos e rendimento tem de ser vista com cautela, devido ao baixo coeficiente de correlação.

CONCLUSÕES

- 1 – As progênies selecionadas por características agronômicas superaram a cultivar BRS Piabiru, apresentando ciclos menores, maior tamanho de grãos e de rendimento.
- 2 – Ainda que haja diferença de resposta entre semeadura de verão e inverno, sob irrigação, as progênies apresentaram altura de plantas suficiente para colheita mecanizada, isto é, acima de 75 cm.
- 3 – No verão as plantas de quinoa apresentaram maior produção de biomassa, com menor tamanho de grãos, em contraste com a semeadura de inverno irrigada.
- 4 – A exploração de variabilidade, dentro das progênies, produto de cruzamentos naturais mostrou-se efetiva na adaptação da quinoa a ambientes diversos de sua origem, como o Cerrado.
- 5 - Os genótipos selecionados no Cerrado, a partir de progênies e populações, confirmaram o potencial da quinoa ao cultivo no Brasil.
- 6 – A maior densidade populacional reduziu o porte da planta de quinoa.
- 7 – A produção de grãos está positivamente correlacionada com produção de biomassa total e com altura de plantas e negativamente com tamanho do grão.

NECESSIDADE DE PESQUISA

Ainda que esta experimentação tenha contribuído para aumentar as possibilidades de cultivo da quinoa no Cerrado Brasileiro, há algumas linhas de pesquisa que precisam ser abordadas. Entre elas, encontra-se a continuidade na exploração de variabilidade genética em populações e progênies. A confirmação de cruzamentos naturais entre progênies sob avaliação e com características agronômicas superiores, induz a se programarem blocos de hibridação para gerar variabilidade. Esses cruzamentos, identificados nas progênies por marcadores, poderão ser incluídos em experimentos, acompanhados por ciclos de seleção. Considerando-se a possibilidade de se realizarem até quatro ciclos de seleção.

Avaliação mais ampla do germoplasma acumulado até o presente, possibilitará identificar combinações genéticas que apresentam maior tamanho de grãos, ciclos diferenciados e satisfatórios aos sistemas produtivos. Mais ainda, experimentos que possibilitem definir estabilidade fenotípica devem ser conduzidos, adaptando-se o método de seleção massal. Sementes originais, de indivíduos por progênie, deverão ser mantidas a cada ciclo de seleção para, quando necessário, multiplicação e definição de novos ciclos.

Diversos trabalhos comprovam a elevada eficiência agronômica e alimentar, da quinoa. Entretanto, mesmo que surja o mercado, falta o produto demandado. A pesquisa que se faz necessária, relativa ao desenvolvimento do cultivo, é o levantamento da demanda brasileira e mundial, traçando perspectivas para estimular o seu cultivo em áreas pioneiras, como o Cerrado Brasileiro.

Acreditando no potencial dessa granífera, recomenda-se que esta espécie seja registrada no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para que os testes de qualidade, análises de sementes e as fiscalizações possam ser efetuadas, garantindo aos

produtores sementes de melhor qualidade. Linhas de pesquisa devem incluir a definição de padrões de sementes e grãos que atendam a produção e o mercado.

É uma excelente opção para agricultura familiar, principalmente na agregação de valor de subprodutos que podem ser fabricados na propriedade rural mesmo. Além do mais o cultivo orgânico, pode acrescentar valor ao produto. Assim, torna-se necessário experimentar e definir sistemas de produção e transformação junto a pequenos produtores, objetivando diversificar a exploração e a renda.

A meta de atingir, no Brasil, 10% do mercado mundial de quinoa, que é de 200.000 hectares, objetiva, principalmente, fornecerem subsídios às empresas interessadas na fabricação de produtos que se destinam a alimentação humana, infantil e para atletas. Dessa forma, a interação com a pesquisa em alimentos deverá complementar a experimentação agronômica.

Com base em análise do macro ambiente, pode-se dizer que para a economia, as características mais relevantes é a necessidade de reduzir custos da produção agrícola, aumento de oportunidades e que as tendências e projeções são crescentes. No ambiente legal, a lei de proteção de cultivares ainda não se aplica, podendo ter conseqüências negativas e ameaçando os negócios. Dessa forma, o melhoramento genético da quinoa deverá ser complementado pela experimentação que precede o registro e a proteção de cultivares, como o valor de cultivo e uso (VCU).

No ambiente tecnológico, governamental, a necessidade de proteção, conservação e recuperação do solo é a característica mais relevante e a tendência mais crescente, sendo as possíveis conseqüências para o negócio o favorecimento de adoção de uma nova alternativa. No ambiente sociocultural, é relevante a falta de alternativas com alto valor alimentar, na qual existe uma tendência. No ambiente ecológico/físico ambiental, as existem exigências quanto à conservação do ambiente natural, com bases sustentáveis com tendência crescente.

Como potencialidades, tendências e oportunidades da quinoa estão: alternativa de quebra do ciclo plantio leguminosa/gramínea, potencializar a sucessão da cultura, proteína de excelente valor biológico, favorável adoção para diversificar cultivos, a necessidade de novas alternativas para entressafra da cultura principal, aumento da eficiência do sistema plantio direto e desenvolvimento de novos produtos pela indústria. E como ameaças têm-se a ausência de mercado e de consumo, e o desconhecimento pelos agricultores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Equipe Técnica de sementes e mudas. **Regras para análises de sementes**. Brasília, DF, 1992, p. 365

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas – Métodos de Melhoramento**, volume 5, EDUFAL, Maceió, 2006 a. p. 357-475.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas – Tópicos especiais**, volume 7, EDUFAL, Maceió, 2006 b.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas – Técnicas experimentais**, volume 8, EDUFAL, Maceió, 2006 c.p. 663-759.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas – Herança Quantitativa e Cruzamentos Dialélicos**, volume 4, EDUFAL, Maceió, 2006 d. p. 281-355.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas - Bases genéticas da seleção e da hibridação**, volume 2, EDUFAL, Maceió, 2006 e. p. 111-190.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas – Estimação de parâmetros genéticos**, volume 3, EDUFAL, Maceió, 2006 f. p.191 – 279.

FONSECA, C. E. L. **Apresentação** In: CASTRO, A. M. de; LIMA, S. M. V.; LOPES, M. A; MACHADO, M. dos S.; MARTINS, M. A. G. O futuro do melhoramento vegetal no Brasil:

impactos da biotecnologia e das leis de proteção de conhecimento, Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, p. 506, 2006.

JOHNSON, D. L.; CROISSANT, R. L. **Quinoa production in Colorado**. SIA 112. Colorado State Univ. Coop. Ext., Fort Collins, 1985.

JOHNSON, D. L.; WARD, S. M. **Quinoa** p 219-221 In: JANICK, J.; SIMON, J. E. *New culturas*, Wiley, New York, 1993.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. Ed. Piracicaba: Nobel, p. 468, 1990

RAMALHO, M.A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**, Lavras: UFLA, p. 326, 2000.

RAMALHO, M.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. B. **Genética na agropecuária**, 6 ed., São Paulo, Globo, 1997.

RUIZ, W. A. **Estudo cromatográfico das saponinas da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd, Variedade Kancolla)**. 135 f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

SANTOS, R. L. B. **Estudos iniciais para cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) no Cerrado**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 1996, p. 129.

SOUZA, L. A. C.; SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Análise de imagem para determinação do teor de saponina em quinoa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 397-401, 2004.

SPEHAR, C. R. **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar**, Planaltina, Embrapa Cerrados, 2007. p. 103.

SPEHAR, C. R. **Conquista do Cerrado e consolidação da agropecuária**. In: PATERMIANI, E. Ciência, agricultura e sociedade. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2006 p.195-226.

SPEHAR, C. R. Utilização da quinoa como alternativa para diversificar alimentos In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2002, Uberlândia, MG. [Anais]. Uberlândia: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal: UFU p. 49-58, 2002.

SPEHAR, C. R.; CARVALHO, W. P.; VELOSO, R. F. **Cultivo comercial**. In: SPEHAR, C. R. Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2007 a, p. 83-89.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. **Genética** In: SPEHAR, C. R. Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar, Planaltina, Embrapa Cerrados, 2007 b.p. 21-31.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. **Exigência nutricional e adubação** In: SPEHAR, C. R., Quinoa: alternativa para diversificação agrícola e alimentar, 1. ed, Planaltina, Embrapa Cerrados, 2007 c, p.57-61.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. **Fitossanidade** In: SPEHAR, C. R., Quinoa: alternativa para diversificação agrícola e alimentar, 1. ed, Planaltina, Embrapa Cerrados, 2007 d, p.64-68.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. **Origem e importância** In: SPEHAR, C. R. Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar, Planaltina, Embrapa Cerrados, 2007 e. p. 21-31.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 69, p. 609-612, 2005.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) BRS Piabiru alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 889-893, 2002.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B.; CARVALHO, W. P.; ANDRADE, S. C. de; **Agronomia** In: SPEHAR, C. R., Quinoa: alternativa para diversificação agrícola e alimentar, 1. ed., Planaltina, Embrapa Cerrados, 2007 b, p.47-53

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B.; SOUZA, P. I. M. Novas espécies de plantas de cobertura para o plantio direto. Seminário Internacional do Sistema de Plantio Direto, 2, Passo Fundo, RS, **Anais**, Embrapa – CNPT, p. 169-172, 1997.

SPEHAR, C. R.; SOUZA, P. I. M. **Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) ao cultivo nos Cerrados do Planalto Central: resultados preliminares.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

TRECENTI, R. **Avaliação de características agronômicas de espécies de cobertura vegetal do solo em cultivares de entressafra e sobressemeadura, na região Central do Cerrado.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, p. 106. Dissertação de Mestrado, 2005.

VAL, W. M. da C.; BRANDÃO, S. S.; GALVÃO, J. D.; GOMES, F. R. Efeito do espaçamento entre fileiras e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características agronômicas da soja. *Experientia: UFV*, v. 12, n. 12, 1971

VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M. A. P. **Contribuições do melhoramento genético de plantas no Brasil.** In: PATERNIANI, E. Ciência, agricultura e sociedade, Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, p. 503, 2006.

ANEXOS

Anexo A. Análises estatísticas

Tabela A.1. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t há⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), altura de plantas (HP, cm) e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 30 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Embrapa Cerrados, Planaltina - DF 2006.

<i>Tratamento</i>	<i>PMS</i>	<i>PG</i>	<i>IC</i>	<i>HP</i>	<i>TS</i>
30.2	9,9 a'	2,7 a	0,27 abcde	162,5 a	3,25 bcd
CCS	8,2 ab	2,1 ab	0,25 abcde	155,0 ab	3,45 bc
4.5	6,7 abc	2,0 ab	0,29 abc	121,6 de	3,55 bc
80.7	6,3 bc	1,9 ab	0,30 abc	110,0 defgh	3,05 bcd
82.1	6,4 abc	1,9 ab	0,30 abc	125,0 cde	3,65 ab
42.ZL	6,0 bc	1,8 ab	0,30 abc	82,5 hi	2,85 bcd
80.4	5,5 bc	1,8 ab	0,32 a	120,0 def	3,75 ab
82.10	5,4 bc	1,7 ab	0,31 ab	97,5 efghi	3,55 bc
79.2	5,7 bc	1,7 ab	0,29 abc	87,5 ghi	3,00 bcd
80.6	5,8 bc	1,6 ab	0,28 abcde	131,0 bcd	3,41 bcd
67.75	8,5 ab	1,6 ab	0,19 de	150,0 abc	2,95 bcd
80.1	5,7 bc	1,6 ab	0,28 abcd	110,0 defgh	3,30 bcd
79.18	5,5 bc	1,6 ab	0,29 abc	92,5 fghi	3,30 bcd
80.2	5,8 bc	1,6 ab	0,28 abcde	100,0 defghi	3,80 ab
79.8	5,3 bc	1,6 ab	0,30 abc	112,5 defgh	3,02 bcd
RV15.2	6,0 bc	1,6 ab	0,26 abcde	115,0 defg	2,05 d
79.14	6,7 abc	1,5 ab	0,23 abcde	117,5 def	3,30 bcd
82.2	5,6 bc	1,5 ab	0,26 abcde	165,0 a	2,90 bcd
Kancolla	6,0 bc	1,4 ab	0,24 abcde	75,0 i	2,20 cd
82.9	5,4 bc	1,4 b	0,26 abcde	110,0 defgh	3,85 ab
79.15	5,7 bc	1,3 b	0,23 abcde	117,5 def	3,75 ab
82.13	5,7 bc	1,3 b	0,22 abcde	125,0 cde	3,80 ab
82.8	6,1 bc	1,3 b	0,21 cde	115,0 defg	2,70 bcd
4.5 doce	5,1 bc	1,2 b	0,23 abcde	112,5 defg	3,70 ab
82.3	5,1 bc	1,2 b	0,23 abcde	110,0 defgh	3,20 bcd
Seleção Pi	5,4 bc	1,2 b	0,22 bcde	155,0 ab	2,85 bcd
79.1	5,2 bc	1,1 b	0,22 cde	107,5 defgh	3,25 bcd
9.54.2 L	4,0 c	1,1 b	0,28 abcd	75,0 i	5,00 a
Piabiru	5,3 cd	1,1 b	0,21 cde	155,0 ab	2,85 bcd
79.16	5,2 bc	0,9 b	0,18 e	117,5 def	2,95 bcd
Média geral	6,0	1,6	0,26	118,1	3,29
CV%	14,9	20,6	9,2	6,15	10,7

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela A.2. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t ha⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 34 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Moça Terra 1, em Planaltina - DF 2006/2007.

<i>Tratamento</i>	<i>PMS</i>	<i>PG</i>	<i>HP</i>	<i>IC</i>	<i>TS</i>
80.6.18	13,8 a	4,7 a	165,0 a	0,34 a	2,56 a
80.1.29	10,5 ab	3,7 ab	165,0 a	0,35 a	2,40 a
79.2.48	11,0 ab	3,6 abc	165,0 a	0,32 a	2,43 a
80.6.25	11,5 ab	3,5 abc	165,0 a	0,30 a	2,70 a
79.1.05	11,5 ab	3,4 abc	165,0 a	0,29 a	2,40 a
80.6.11	10,1 ab	3,2 abc	165,0 a	0,31 a	2,46 a
80.6.09	10,2 ab	3,1 abc	165,0 a	0,30 a	2,76 a
79.2.02	10,0 ab	3,0 abc	165,0 a	0,31 a	2,53 a
80.3.08	10,1 ab	2,9 abc	165,0 a	0,29 a	2,63 a
79.2.46	9,1 abc	2,9 abc	165,0 a	0,33 a	2,36 a
80.6.16	9,5 ab	2,8 abcd	165,0 a	0,29 a	2,73 a
Piabiru	10,1 ab	2,4 abcd	165,0 a	0,27 a	2,54 a
79.12.10	10,3 ab	2,8 abcd	165,0 a	0,26 a	2,30 a
80.7.03	8,6 abc	2,8 abcd	165,0 a	0,32 a	2,90 a
79.15.01	9,2 ab	2,8 abcd	165,0 a	0,30 a	2,23 a
80.6.42	10,4 ab	2,6 bcd	165,0 a	0,25 a	2,53 a
80.6.26	9,5 ab	2,6 bcd	165,0 a	0,28 a	2,66 a
4.5 Grande	7,4 bc	2,6 bcd	165,0 a	0,37 a	2,75 a
79.2.06	8,5 abc	2,6 bcd	165,0 a	0,30 a	2,50 a
82.2.13	9,0 abc	2,6 bcd	165,0 a	0,28 a	2,36
79.18.28	8,3 abc	2,6 bcd	165,0 a	0,31 a	2,53 a
80.6.02	8,8 abc	2,5 bcd	165,0 a	0,28 a	2,60 a
4.5 Normal	7,5 bc	2,5 bcd	165,0 a	0,34 a	2,35 a
79.14.02	8,6 abc	2,4 bcd	165,0 a	0,27 a	2,40 a
80.6.19	7,5 bc	2,3 bcd	165,0 a	0,30 a	2,83 a
80.1.34	7,7 bc	2,3 bcd	165,0 a	0,30 a	2,70 a
80.6.77	8,2 abc	2,2 bcd	165,0 a	0,26 a	2,53 a
80.6.46	7,6 bc	2,1 bcd	165,0 a	0,26 a	2,40 a
80.1.03	6,9 bc	1,9 bcd	165,0 a	0,28 a	2,43 a
80.4.02	6,1 bc	1,8 bcd	165,0 a	0,30 a	2,46 a
79.12.36	8,1 abc	1,8 bcd	165,0 a	0,22 a	2,33 a
80.6.37	6,6 bc	1,8 bcd	165,0 a	0,27 a	2,63 a
80.6.14	6,4 bc	1,7 cd	165,0 a	0,26 a	2,53 a
kancolla	3,3 c	0,9 d	110,0 b	0,30 a	2,12 a
Média geral	8,8	2,6	162,2	0,30	2,51
CV%	23,6	25,6	-	16,2	12,3

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela A.3. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t ha⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 35 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Moça Terra 2, em Planaltina - DF 2006/2007.

<i>Tratamento</i>	<i>PMS</i>	<i>HP</i>	<i>PG</i>	<i>IC</i>	<i>TS</i>
79.18.02	11,7 a	180,0 a	3,9 a	0,32 a	2,40 a
80.7.24	10,7 abc	180,0 a	3,7 ab	0,35 a	2,80 a
82.9.09	11,0 ab	180,0 a	3,5 abc	0,32 a	2,46 a
82.2.03 dp	9,9 abc	180,0 a	3,4 abcd	0,34 a	2,86 a
80.4.02	11,1 ab	180,0 a	3,3 abcde	0,29 a	2,43 a
80.7.18	10,1 abc	180,0 a	3,2 abcde	0,32 a	2,76 a
79.5.06	11,3 a	180,0 a	3,2 abcde	0,28 a	2,20 a
82.1.1 Grande	9,7 abc	180,0 a	3,1 abcde	0,32 a	2,70 a
79.8.15	10,6 abc	180,0 a	3,1 abcde	0,29 a	2,13 a
79.15.11 dp	10,3 abc	180,0 a	3,0 abcde	0,29 a	2,46 a
4.5.47	9,9 abc	180,0 a	2,9 abcde	0,29 a	2,53 a
80.4.06 dp	8,9 abc	180,0 a	2,8 abcde	0,31 a	2,50 a
79.9.01 tard	9,2 abc	180,0 a	2,8 abcde	0,29 a	2,40 a
4.5.45	9,4 abc	180,0 a	2,7 abcde	0,28 a	2,73 a
4.5.52	9,5 abc	180,0 a	2,7 abcde	0,28 a	2,30 a
79.15.02	9,4 abc	180,0 a	2,6 abcde	0,27 a	2,56 a
82.1.23 dp	9,3 abc	180,0 a	2,6 abcde	0,27 a	2,56 a
71.8.16	8,7 abc	180,0 a	2,5 abcde	0,29 a	2,26 a
80.4.04 dp	9,1 abc	180,0 a	2,5 abcde	0,27 a	2,40 a
4.5.50	8,6 abc	180,0 a	2,5 abcde	0,29 a	2,46 a
29.5.03	7,8 abc	180,0 a	2,5 abcde	0,32 a	2,30 a
4.5 Normal	7,6 abc	180,0 a	2,4 abcde	0,31 a	2,55 a
4.5 Grande	7,7 abc	180,0 a	2,3 abcde	0,29 a	2,51 a
82.1.21 dp	7,4 abc	180,0 a	2,3 abcde	0,31 a	2,30 a
79.8.23	8,6 abc	180,0 a	2,3 abcde	0,27 a	2,50 a
79.15.06	6,9 abc	180,0 a	2,2 abcde	0,32 a	2,26 a
82.1.25 dp	9,0 abc	180,0 a	2,2 abcde	0,24 a	2,46 a
79.8.20 dp	6,4 abc	180,0 a	2,0 abcde	0,31 a	2,50 a
79.5.02	6,9 abc	180,0 a	1,8 abcde	0,26 a	2,43 a
Piabiru	6,1 abc	180,0 a	1,8 abcde	0,33 a	2,29 a
Kancolla	5,4 bc	110,0 b	1,6 bcde	0,28 a	2,20 a
82.1.13 dp	5,3 bc	180,0 a	1,4 cde	0,27 a	2,46 a
79.18.06	6,8 abc	180,0 a	1,4 cde	0,20 a	2,46 a
4.5.53	5,0 c	180,0 a	1,3 de	0,26 a	2,60 a
82.1.04 dp	5,1 c	180,0 a	1,2 e	0,24 a	2,60 a
Média geral	8,4	178,2	2,5	0,29	2,4
CV%	23,9	-	29,0	23,1	10,6

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela A.4. Valores médios para produção de matéria seca (PMS, t ha⁻¹) e de grãos (PG, t ha⁻¹), índice de colheita (IC, %), altura de plantas (HP, cm) e tamanho de sementes (TS, g/1.000) de 37 genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Dom Bosco, Cristalina - GO 2007.

<i>Tratamento</i>	<i>PMS</i>	<i>PG</i>	<i>IC</i>	<i>HP</i>	<i>TS</i>
79.2.46	11,8 a	4,2 a	0,36 abcd	154,0 ghi	2,50 bcd
4.5 MICR	11,3 ab	3,9 ab	0,34 abcd	165,0 efgh	2,93 abcd
82.1.23	11,6 a	3,8 abc	0,32 bcd	193,0 abcd	3,2 ab
4.5 MT4	10,4 ab	3,5 abcd	0,33 abcd	163,0 fgh	3,33 ab
79.15 gr	9,7 ab	3,2 abcd	0,33 bcd	180,0 bcdef	3,10 abcd
4.545	8,5 ab	3,2 abcd	0,38 abc	160,0 fghi	3,16 abcd
4.5 MT9	9,0 ab	3,2 abcd	0,35 abcd	166,0 efgh	2,86 abcd
4.5 menor	8,5 ab	3,2 abcd	0,37 abcd	166,3 efgh	3,13 abcd
80.6.9 MG	9,6 ab	3,1 abcd	0,33 bcd	173,0 defgh	2,66 abcd
4.5 MT7	9,4 ab	3,1 abcd	0,33 abcd	168,0 defgh	2,86 abcd
79.18.2	7,9 ab	3,0 abcd	0,38 abc	168,0 defgh	3,00 abcd
79.18.6	8,2 ab	3,0 abcd	0,36 abcd	153,0 hi	2,96 abcd
4.5 MT3	5,3 ab	3,0 abcd	0,52 a	165,0 efgh	3,20 abc
80.4.2	7,7 ab	2,9 abcd	0,38 abc	180,0 bcdef	3,06 abcd
80.1 gr	9,4 ab	2,9 abcd	0,31 bcd	190,0 bcde	3,53 a
4.5 MT5	8,0 ab	2,7 abcd	0,34 abcd	174,0 defgh	3,00 abcd
4.5 MT6	7,6 ab	2,7 abcd	0,35 abcd	166,0 efgh	2,90 abcd
4.547	7,6 ab	2,5 abcd	0,33 abcd	180,0 bcdef	3,23 abc
79.18 gr	6,8 ab	2,5 abcd	0,37 abcd	159,5 fghi	2,95 abcd
4.5 MT8	6,7 ab	2,5 abcd	0,38 abc	179,0 bcdefg	3,20 abc
79.2 gr	7,2 ab	2,4 abcd	0,33 abcd	174,0 defgh	3,00 abcd
4.5 grande	7,0 ab	2,3 abcd	0,32 bcd	175,1 cdefgh	3,03 abcd
79.2 normal	7,9 ab	2,2 abcd	0,28 bcd	177,0 cdefgh	2,96 abcd
4.5 MT2	6,8 ab	2,2 abcd	0,34 abcd	170,0 defgh	3,03 abcd
80.1.27	11,1 ab	2,2 abcd	0,20 cd	204,0 ab	2,26 cd
Kancolla	5,3 ab	2,1 abcd	0,40 ab	136,7 i	2,53 bcd
8.7 gr	6,2 ab	2,0 abcd	0,34 abcd	183,0 bcdef	3,13 abcd
4.5 normal	7,0 ab	2,0 abcd	0,29 bcd	171,5 defgh	2,85 abcd
79.1 gr	5,1 ab	2,0 abcd	0,39 abc	163,0 fgh	3,20 abc
82.9.9	5,7 ab	2,0 abcd	0,35 abcd	172,0 defgh	3,30 ab
82.1.25	6,9 ab	2,0 abcd	0,28 bcd	162,0 fgh	3,23 abc
80.1.29	8,9 ab	2,0 abcd	0,22 bcd	200,0 abc	2,86 abcd
80.6.42	6,7 ab	1,8 abcd	0,28 bcd	174,0 defgh	3,13 abcd
Piabiru	10,0 ab	1,8 bcd	0,18 d	215,4 a	2,19 d
82.1.4	7,6 ab	1,7 bcd	0,21 bcd	180,0 bcdef	2,80 abcd
79.15.1	5,6 ab	1,4 cd	0,24 bcd	190,0 bcde	2,73 abcd
79.5.6	4,6 b	1,3 d	0,29 bcd	182,0 bcdef	2,93 abcd
Média geral	7,8	2,5	0,32	173,9	2,9
CV%	28,1	30,9	19,4	4,7	11,0

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela A.5. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas, tamanho de sementes e stand em genótipos de quinoa semeada em maio. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF 2006.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Gl</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Produção de Matéria Seca (Biomassa Total)				
Tratamento (Genótipo)	29	26931,9468	3,33	0,002 *
Bloco	1	3809,1901	0,47	0,4963 ns
Erro	41	8083,602		
C. V. (%)	14,9			
DMS	349,98			
Produção de Grãos				
Tratamento (Genótipo)	29	2853,35465	2,55	0,0030 *
Bloco	1	835,72347	0,75	0,3929 ns
Erro	41	1120,8642		
C. V. (%)	20,698			
DMS	130,32			
Índice de Colheita				
Tratamento (Genótipo)	29	0,00315938	5,15	<0,0001*
Bloco	1	0,00013865	0,23	0,6369 ns
Erro	41	0,00061306		
C. V. (%)	9,247817			
DMS	0,0964			
Peso de 1.000 grãos				
Tratamento (Genótipo)	29	0,63212165	5,08	<0,0001*
Bloco	1	0,245	1,97	0,1681 ns
Erro	41	0,12442073		
C. V. (%)	10,70691			
DMS	1,3731			
Altura de planta				
Tratamento (Genótipo)	29	1227,40661	23,21	<0,0001 *
Bloco	1	8,68056	0,16	0,6875 ns
Erro	41	52,88787		
C. V. (%)	6,15			
DMS	28,309			

ns: não significativo

*: significativo a 5%

Tabela A.6. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas, tamanho de sementes e ciclo em genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Moça Terra 1, em Planaltina - DF 2006/2007.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Gl</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Produção de Matéria Seca (Biomassa Total)				
Tratamento (Genótipo)	33	148903,789	3,43	<0,0001*
Bloco	2	105782,774	2,44	0,0933 ns
Erro	84	43356,240		
C. V. (%)	23,65462			
DMS	648,81			
Produção de Grãos				
Tratamento (Genótipo)	33	17000,1348	3,69	<0,0001*
Bloco	2	23984,9083	5,20	0,0074*
Erro	84	4610,3821		
C. V. (%)	25,64999			
DMS	211,57			
Índice de Colheita				
Tratamento (Genótipo)	33	0,00356095	1,49	0,0751 *
Bloco	2	0,00345739	1,44	0,2418 ns
Erro	84	0,00239417		
C. V. (%)	16,2648			
DMS	0,1525			
Peso de 1.000 grãos				
Tratamento (Genótipo)	33	0,11364899	1,18	0,2657 ns
Bloco	2	0,07675000	0,80	0,4531 ns
Erro	84	0,09603968		
C. V. (%)	12,33444			
DMS	0,9656			

ns: não significativo

*: significativo a 5%

Tabela A.7. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas, tamanho de sementes e ciclo em genótipos de quinoa semeada em dezembro. Fazenda Moça Terra 2, em Planaltina - DF 2006/2007.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Gl</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Produção de Matéria Seca (Biomassa Total)				
Tratamento (Genótipo)	34	121534,398	2,99	<0,0001 *
Bloco	2	131260,619	3,23	0,0445 *
Erro	83	33965,497		
C. V. (%)	23,99402			
DMS	636,21			
Produção de Grãos				
Tratamento (Genótipo)	34	15835,6716	2,96	<0,0001 *
Bloco	2	12707,0583	2,38	0,0773 *
Erro	83	5348,822		
C. V. (%)	29,08942			
DMS	230,85			
Índice de Colheita				
Tratamento (Genótipo)	34	0,00311330	0,65	0,9204 ns
Bloco	2	0,00105328	0,22	0,8034 ns
Erro	83	0,00479920		
C. V. (%)	23,14547			
DMS	0,2187			
Peso de 1.000 sementes				
Tratamento (Genótipo)	34	0,09894363	1,44	0,0899 ns
Bloco	2	0,06008333	0,88	0,4198 ns
Erro	83	0,06850201		
C. V. (%)	10,64299			
DMS	0,8261			

ns: não significativo

*: significativo a 5%

Tabela A.8. Análise de variância para produção de matéria seca e de grãos, índice de colheita, altura de plantas, tamanho de sementes e ciclo em genótipos de quinoa semeada em abril, Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO 2007.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Gl</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Produção de Matéria Seca (Biomassa Total)				
Tratamento (Genótipo)	36	143877,221	2,92	<0,0001*
Bloco	2	51832,927	1,05	0,3522 ns
Erro	120	49241,63		
C. V. (%)	28,12882			
DMS	675,21			
Produção de Grãos				
Tratamento (Genótipo)	36	17766,5989	2,86	<0,0001*
Bloco	2	12783,6590	2,06	0,1320 ns
Erro	121	6207,472		
C. V. (%)	30,99278			
DMS	239,62			
Índice de Colheita				
Tratamento (Genótipo)	36	0,02016352	4,96	<0,0001*
Bloco	2	0,00127396	0,31	0,7314 ns
Erro	120	0,00406253		
C. V. (%)	19,40221			
DMS	0,1939			
Peso de 1.000 grãos				
Tratamento (Genótipo)	36	0,44614036	4,27	<0,0001*
Bloco	2	0,07623545	0,73	0,4839 ns
Erro	121	0,10440848		
C. V. (%)	11,09197			
DMS	0,9827			
Altura de Planta				
Tratamento (Genótipo)	36	1624,32212	23,68	<0,001*
Bloco	2	0,00000	0,00	1,0000
Erro	129	68,58411		
C. V. (%)	4,760001			
DMS	25,102			

ns: não significativo

*: significativo a 5%

Tabela A.9. Dados originais do experimento de população de progênies de 4.5, Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

Parcela	Nº plantas/m²	Biomassa (t ha⁻¹)	Grãos (t ha⁻¹)	Índice de Colheita	g/1.000sementes	Altura (cm)
1	45	6,79	2,22	0,3269	3,0	165
2	51	8,18	2,79	0,3410	3,1	160
3	60	6,62	2,37	0,3580	3,1	160
4	34	9,73	3,24	0,3329	3,2	170
5	36	5,85	1,98	0,3384	3,3	170
6	21	4,63	1,46	0,3153	3,4	175
7	26	5,89	1,82	0,3089	3,0	170
8	28	9,10	2,98	0,3274	3,3	168
9	56	8,45	2,71	0,3207	3,4	162
10	42	10,14	3,03	0,2988	3,3	166
11	20	9,48	3,27	0,3449	3,6	175
12	60	5,67	1,86	0,3280	3,4	158
13	10	6,79	1,74	0,2565	3,0	178
14	10	7,82	2,50	0,3196	3,1	182
15	11	7,19	2,64	0,3671	3,4	178

Tabela A.10. Coeficiente de Correlações entre altura de plantas, produção de biomassa, produção de grãos, peso de 1.000 grãos (PM) e índice de colheita (IC) para os genótipos de quinoa.

<i>Parâmetros</i>	<i>ALTURA</i>	<i>BIOMASSA</i>	<i>GRÃOS</i>	<i>PM</i>	<i>IC</i>
ALTURA		0,396	0,284	-0,360	-0,025
		<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,5739 ns
BIOMASSA			0,830	-0,162	-0,038
			<0,0001*	0,0004*	0,3991 ns
GRÃOS				-0,037	0,479
				0,4150 ns	<0,0001*
PM					0,134
					0,0035*
IC					

* significativo a 5%

ns: não significativo

Figura A. 1. Altura em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

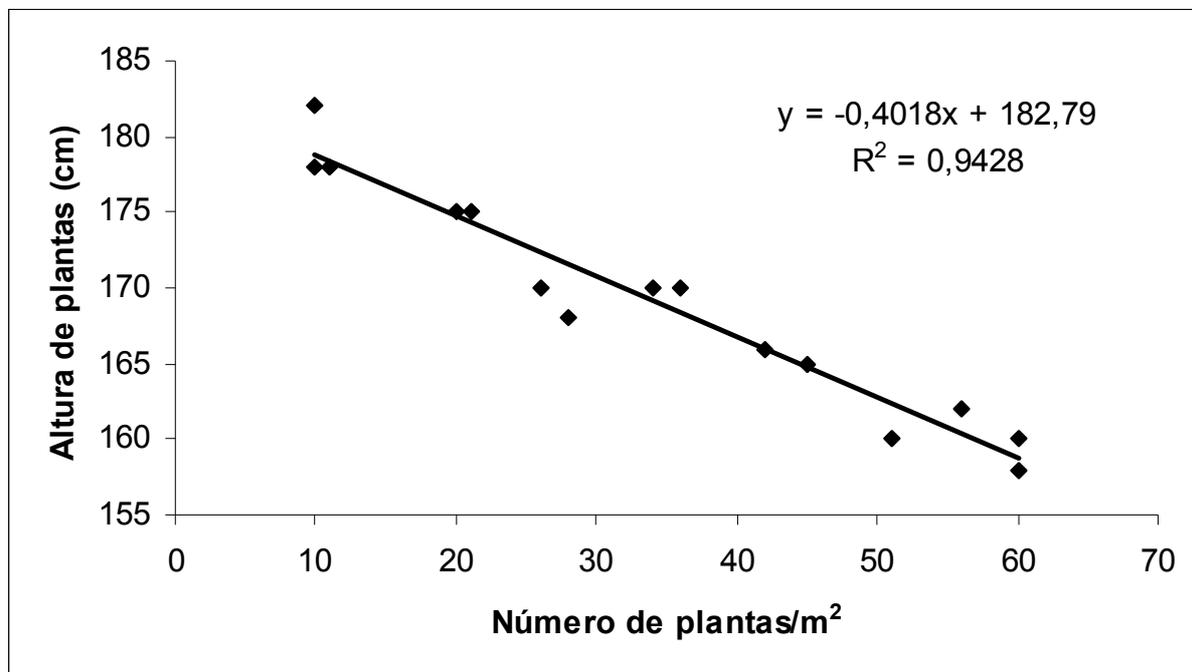


Figura A. 2. Peso de mil sementes em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

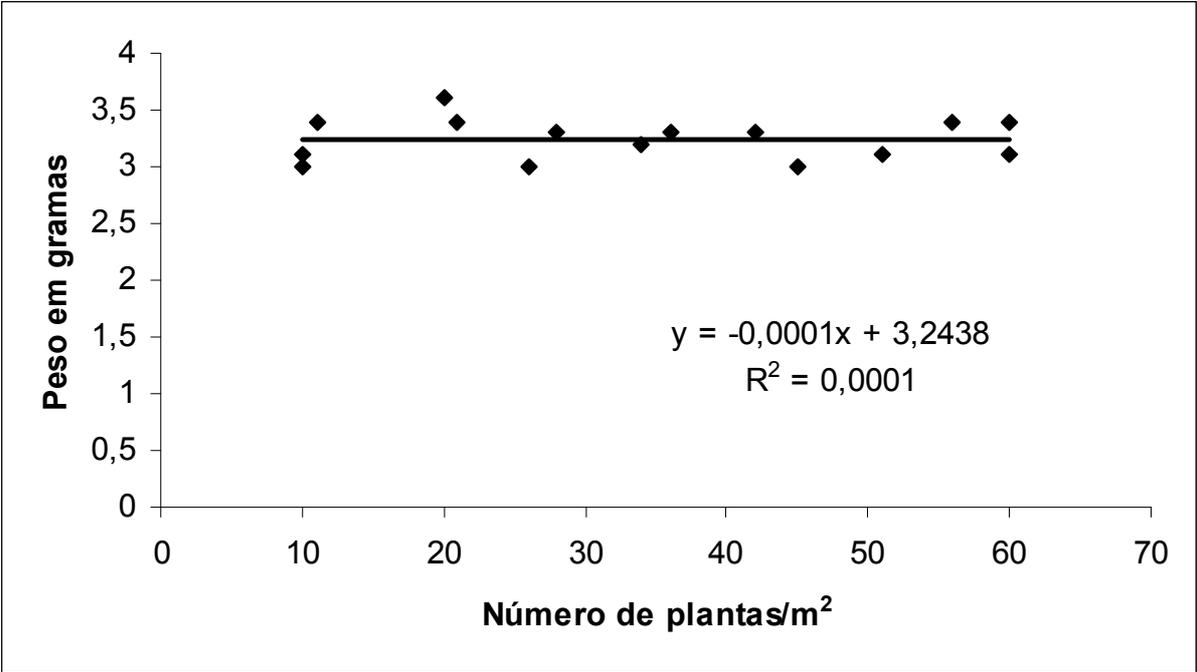


Figura A. 3. Rendimento de grãos em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

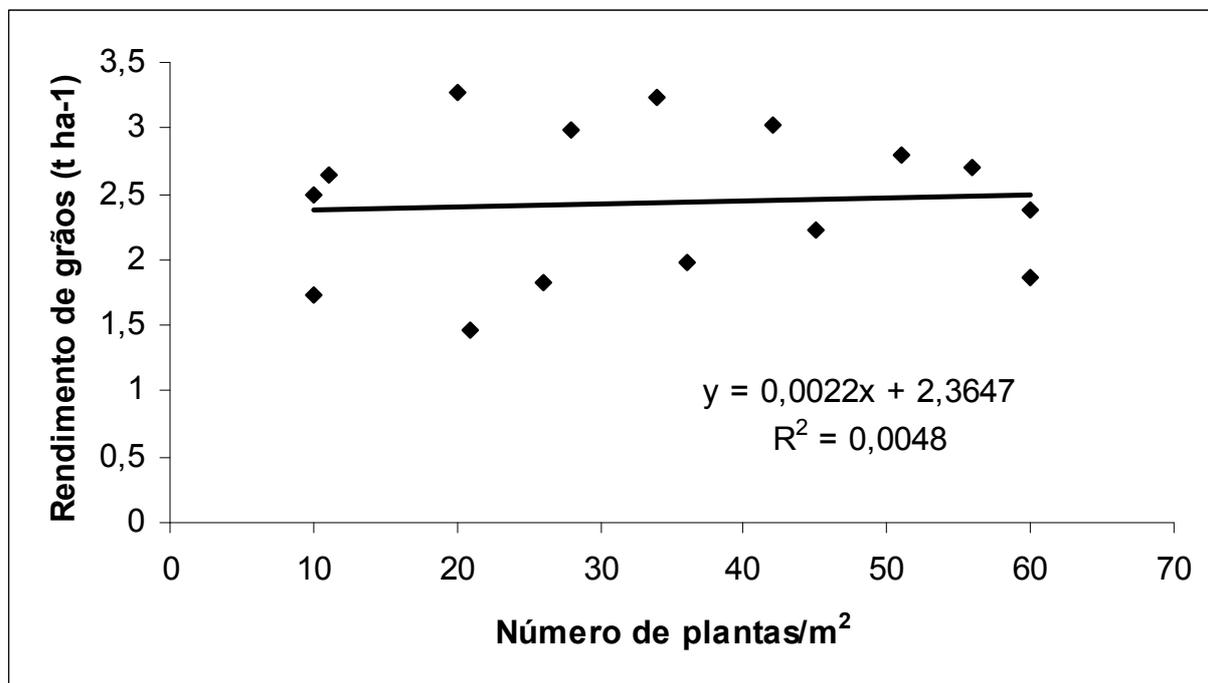


Figura A. 4. Rendimento de biomassa total em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

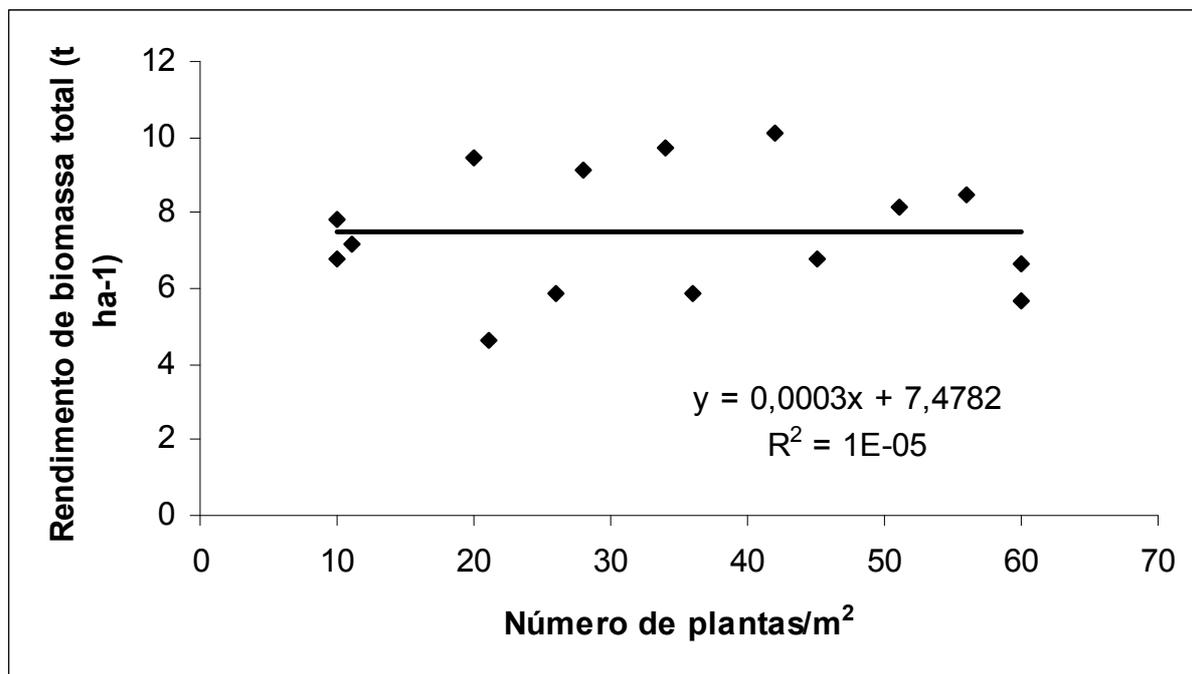


Figura A. 5. Índice de Colheita em função do número de plantas por metro quadrado do experimento de população. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

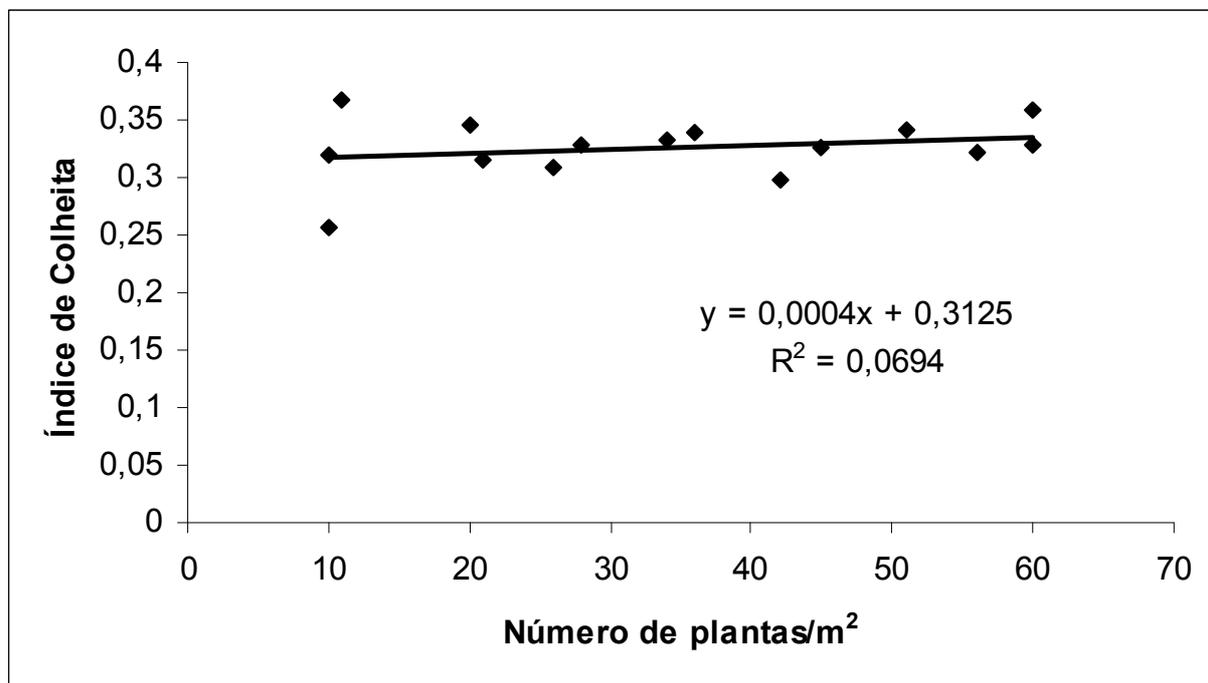


Tabela A.11. Análise conjunta dos experimentos de verão e inverno.

<i>Fonte de Variação</i>	<i>Gl</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Produção de Grãos				
Local	1	22513	1,07	0,3162 ns
Bloco(Local)	4	7186,92	1,66	0,1628 ns
Local x Trat	16	21880	5,07	<0,0001 *
Tratamento	16	23353	1,07	0,4490 ns
Rendimento de Biomassa Total				
Local	1	383925	2,97	0,1097 ns
Bloco(Local)	4	68127	1,55	0,1909 ns
Local x Trat	16	124868	2,85	0,0006 *
Tratamento	16	306940	2,46	0,0407 *
Índice de colheita				
Local	1	0,001880	0,21	0,6521 ns
Bloco(Local)	4	0,000493	0,22	0,9253 ns
Local x Trat	16	0,011821	5,34	<0,0001 *
Tratamento	16	0,18337	1,55	0,1946 ns
Altura de plantas				
Local	1	2007,53	2,54	0,1328 ns
Bloco(Local)	4	1,26855	0,02	0,9993 ns
Local x Trat	16	1006,70	14,61	<0,0001 *
Tratamento	16	3188,80	3,17	0,0135 *
Peso de 1.000 grãos				
Local	1	5,341798	16,17	0,0015 *
Bloco(Local)	4	0,152248	1,30	0,2749 ns
Local x Trat	16	0,343018	2,92	0,0004 *
Tratamento	16	0,436795	1,27	0,3173 ns

ns: não significativo

*: significativo a 5%

ANEXO B. Temperatura média e precipitação diária

Tabela B.1. Temperatura média (T °C) e precipitação (P mm) diária em Planaltina/DF, 2006.

<i>Dia</i>	<i>Maio</i>		<i>Junho</i>		<i>Julho</i>		<i>Agosto</i>		<i>Setembro</i>	
	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm
1	21,2	0,0	19,5	0,0	18,6	0,0	22,4	0,0	22,8	1,8
2	21,2	0,0	20,2	0,0	18,7	0,0	22,7	0,0	19,8	0,8
3	21,6	0,0	19,0	0,0	18,1	0,0	22,4	0,0	20,2	4,8
4	21,6	0,0	18,5	0,0	15,9	0,0	22,2	0,0	20,8	0,3
5	21,0	0,0	18,2	0,0	16,8	0,0	21,7	0,0	20,0	0,0
6	21,8	0,0	18,5	0,0	18,8	0,0	21,1	0,0	21,9	2,5
7	22,0	1,8	18,9	0,0	17,8	0,0	20,4	0,0	21,7	0,0
8	20,2	0,0	17,5	0,0	18,9	0,0	19,5	0,0	21,6	0,0
9	20,7	0,0	19,2	0,0	20,2	0,0	19,9	0,0	20,9	0,0
10	20,6	0,0	18,3	0,0	20,2	0,0	22,8	0,0	22,3	0,0
11	20,7	0,0	18,4	0,0	20,8	0,0	22,7	0,0	22,3	0,0
12	19,6	0,0	20,3	0,0	19,0	0,0	21,9	0,0	22,5	0,0
13	19,8	0,0	19,7	0,0	18,2	0,0	21,7	0,0	23,5	0,0
14	21,1	0,5	19,3	0,0	17,4	0,0	22,2	0,0	24,7	0,0
15	20,0	6,1	18,9	0,0	16,7	0,0	22,1	0,0	24,3	0,0
16	20,6	0,0	20,2	0,0	17,8	0,0	22,2	0,0	24,3	0,0
17	19,5	0,0	21,0	0,0	18,6	0,0	23,0	0,0	25,0	0,0
18	17,8	0,0	20,0	0,0	19,2	0,0	22,3	0,0	26,1	0,0
19	17,1	0,0	18,2	0,0	19,4	0,0	23,0	0,0	25,8	0,0
20	16,1	0,0	18,1	0,0	18,6	0,0	22,8	0,0	22,5	0,0
21	18,0	0,0	18,2	0,0	19,2	0,0	22,9	0,0	21,3	1,3
22	19,5	0,0	18,9	0,0	20,0	0,0	22,0	0,0	23,2	0,0
23	20,5	0,0	18,6	0,0	19,6	0,0	20,0	1,0	22,5	16,8
24	20,5	0,0	18,0	0,0	18,5	0,0	20,2	0,0	20,1	8,1
25	20,5	0,0	17,7	0,0	19,4	0,0	22,0	0,0	22,1	0,0
26	20,0	0,0	18,1	0,0	21,3	0,0	21,6	0,0	23,6	0,0
27	20,1	0,0	19,7	0,0	20,9	0,0	22,6	0,0	20,6	0,0
28	19,9	0,0	20,3	0,0	20,5	0,0	24,0	0,0	20,8	0,0
29	20,9	0,0	20,0	0,0	21,4	0,0	25,0	0,0	23,4	0,0
30	21,1	0,0	19,7	0,0	22,0	0,0	24,2	0,0	24,5	0,0
31	20,1	0,0			22,7	0,0	22,8	0,0		
Média	20,1	0,2	19,0	0,0	19,2	0,0	22,1	0,03	22,5	1,2
Acum mm	-	8,4	-	0,0	-	0,0	-	1,0	-	36,4

Fonte: Laboratório de Biofísica Ambiental – Embrapa Cerrados – Planaltina – DF

Figura B.1. Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação diária (mm), em Planaltina (DF), no período de maio a setembro de 2006.

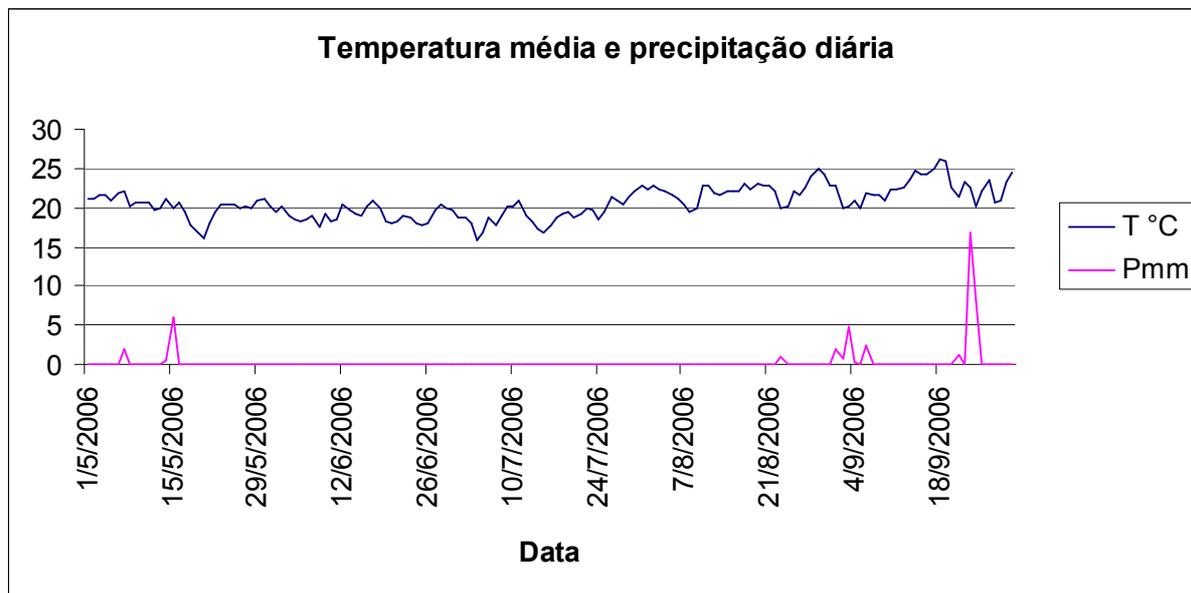


Tabela B.2. Temperatura média (T° C) e precipitação (P mm) diária em Planaltina – DF, 2006 e 2007.

<i>Dia</i>	<i>Dezembro</i>		<i>Janeiro</i>		<i>Fevereiro</i>		<i>Março</i>		<i>Abril</i>	
	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm
1	21,1	1,0	19,6	13,2	20,9	5,1	23,1	0,0	23,2	0,0
2	21,0	2,5	21,0	27,4	21,5	2,3	22,7	0,0	23,3	0,0
3	21,7	2,5	21,3	6,6	20,2	13,5	22,5	0,0	22,0	0,0
4	23,6	0,0	21,1	0,0	20,5	13,7	21,7	0,0	23,1	0,0
5	23,2	2,5	22,0	1,5	20,4	4,1	22,2	0,0	22,0	0,0
6	22,3	2,5	21,4	0,8	20,6	3,3	22,3	0,0	22,4	0,0
7	19,7	41,2	20,2	6,1	20,4	8,6	22,4	0,0	22,8	0,0
8	20,0	4,8	22,5	0,0	22,2	2,5	22,7	0,0	23,4	0,8
9	21,3	0,0	23,2	2,3	23,4	0,0	22,4	0,0	21,6	0,8
10	22,7	0,0	21,1	25,2	23,4	0,0	22,2	0,0	22,3	0,3
11	20,6	17,3	21,1	0,5	23,4	0,0	22,8	0,0	22,6	0,0
12	20,2	16,0	22,3	1,8	21,9	2,5	22,8	0,0	22,3	0,0
13	21,0	0,5	20,9	0,5	19,4	3,8	22,6	0,0	22,8	0,0
14	20,2	9,7	21,0	5,6	20,0	8,6	21,8	0,0	22,9	0,0
15	19,8	23,9	21,4	3,8	21,5	0,0	22,6	0,0	22,8	0,0
16	20,5	0,5	22,9	0,0	22,0	4,3	20,3	0,5	22,5	0,0
17	22,7	0,0	24,1	0,3	21,4	0,8	21,6	0,0	21,0	0,8
18	21,8	14,0	24,7	0,0	21,1	0,8	20,8	8,6	20,2	0,0
19	21,5	0,3	23,7	0,0	20,7	9,4	21,8	0,0	21,3	0,0
20	21,8	1,0	24,4	0,0	20,6	7,4	21,9	0,0	20,8	1,8
21	22,9	0,0	24,5	0,0	20,4	0,0	21,4	1,5	21,1	0,0
22	24,9	0,0	23,3	5,8	22,0	4,1	23,6	0,5	22,3	0,3
23	24,4	0,0	21,7	0,0	22,3	0,0	23,8	0,0	21,7	0,3
24	23,8	0,0	22,4	0,3	22,3	0,0	23,9	0,0	22,6	0,0
25	24,8	0,0	21,5	0,3	22,7	0,0	23,9	0,0	22,1	1,0
26	23,2	17,8	21,8	0,3	22,5	0,0	23,8	0,0	22,3	0,0
27	23,0	0,0	20,8	2,3	21,2	13,7	24,0	0,0	22,8	0,5
28	22,4	0,0	21,8	4,8	21,7	0,5	24,1	0,0	23,0	0,0
29	22,0	1,5	21,9	9,1			23,7	0,0	21,1	0,0
30	19,9	20,8	20,5	9,1			23,1	0,0	22,3	0,0
31	21,7	0,5	22,1	0,8			22,1	0,0		
Média	21,9	5,8	22,0	4,1	21,4	3,8	22,6	0,3	22,2	0,2
Acum mm	-	180,8	-	128,4	-	108,5	-	11,1	-	6,6

Fonte: Laboratório de Biofísica Ambiental – Embrapa Cerrados – Planaltina – DF

Figura B.2. Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação diária (mm), em Planaltina (DF), no período de dezembro de 2006 a abril de 2007.

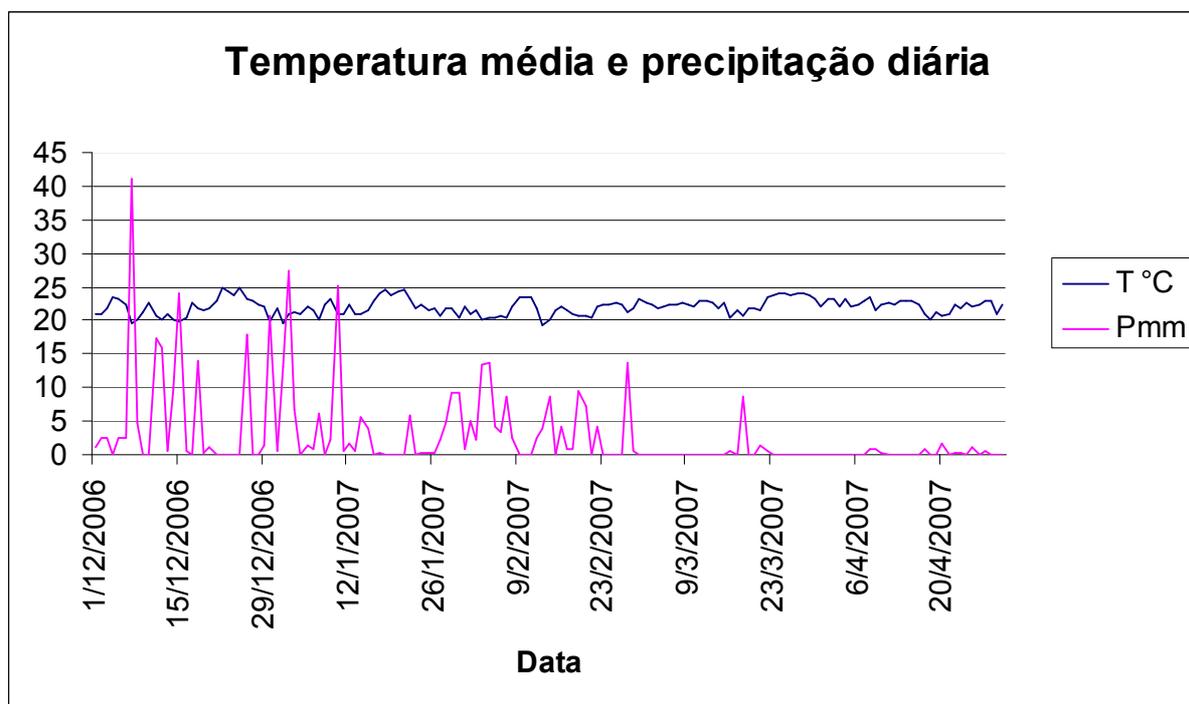


Tabela B.3. Temperatura média (T °C) e precipitação (P mm) diária em Cristalina/GO, 2007.

<i>Dia</i>	<i>Abril</i>		<i>Mai</i>		<i>Junho</i>		<i>Julho</i>		<i>Agosto</i>	
	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm	T °C	P mm
1	25,4	0,0	22,1	0,0	22,0	0,0	20,4	0,0	16,7	0,0
2	24,6	0,0	22,3	0,0	21,0	0,0	20,0	0,0	17,2	0,0
3	23,5	0,0	21,5	0,0	19,5	0,0	19,8	0,0	18,9	0,0
4	23,5	0,0	20,1	0,0	22,0	0,0	19,3	0,0	20,0	0,0
5	24,2	0,0	19,2	0,0	21,9	0,0	19,0	0,0	21,0	0,0
6	25,0	0,0	20,3	0,0	20,9	0,0	18,6	0,0	20,6	0,0
7	24,6	0,0	22,0	0,0	19,6	0,0	19,1	0,0	19,6	0,0
8	22,2	7,5	24,1	0,0	18,3	0,0	19,3	0,0	19,7	0,0
9	20,7	0,5	22,8	0,0	18,8	0,0	25,5	0,0	20,1	0,0
10	22,7	0,0	20,5	0,0	20,4	0,0	20,7	0,0	20,1	0,0
11	21,9	0,0	18,4	0,0	19,9	0,0	20,5	0,0	19,7	0,0
12	21,7	0,0	19,2	0,0	21,1	0,0	20,1	0,0	19,8	0,0
13	23,1	0,0	19,5	0,0	22,0	0,0	20,9	0,0	20,0	0,0
14	22,4	0,0	21,1	0,0	21,0	0,0	21,5	0,0	18,9	0,0
15	21,9	0,0	21,9	0,0	21,3	0,0	22,1	0,0	19,2	0,0
16	22,0	0,0	21,7	0,0	20,5	0,0	22,7	0,0	18,5	0,0
17	20,1	2,0	21,7	0,0	19,8	0,0	22,1	0,0	18,9	0,0
18	20,3	0,0	21,7	0,0	18,6	0,0	22,7	0,0	19,9	0,0
19	20,4	3,0	22,1	0,0	17,9	0,0	21,5	0,0	20,7	0,0
20	20,1	0,5	21,0	0,0	18,9	0,0	21,8	0,0	21,8	0,0
21	20,3	0,0	21,4	0,0	18,2	0,0	22,5	0,0	23,2	0,0
22	21,9	0,5	22,2	0,0	20,2	0,0	21,8	0,0	21,8	0,0
23	21,7	0,0	22,5	1,0	20,6	0,0	23,1	0,0	20,9	0,0
24	22,1	0,0	17,6	0,0	18,7	0,0	24,6	0,0	20,9	0,0
25	22,6	0,5	21,2	0,0	18,3	0,0	23,9	0,0	24,4	0,0
26	22,7	0,0	22,0	0,0	19,0	0,0	18,8	0,0	26,0	0,0
27	22,8	0,0	22,1	0,0	20,1	0,0	20,7	0,0	26,3	0,0
28	22,3	0,0	21,5	0,0	20,8	0,0	19,8	0,0	26,7	0,0
29	20,8	0,0	20,1	0,0	20,4	0,0	19,2	0,0	*	0,0
30	21,6	0,0	21,5	0,0	20,0	0,0	17,6	0,0	*	0,0
31			19,8	0,0			17,0	0,0	*	0,0
Média	22,3	0,4	21,1	0,03	20,0	0,0	20,8	0,0	20,7	0,0
Acum mm	-	14,5	-	1,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0

Fonte: EMATER - Estação PAD/DF, latitude 16°00'S longitude 47°33'W altitude 1044 m

* Dados de temperatura não registrados por problemas técnicos da estação, que permaneceu inoperante durante o mês de setembro.

Figura B.3. Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação diária (mm), em Cristalina (GO), no período de abril a agosto de 2007.

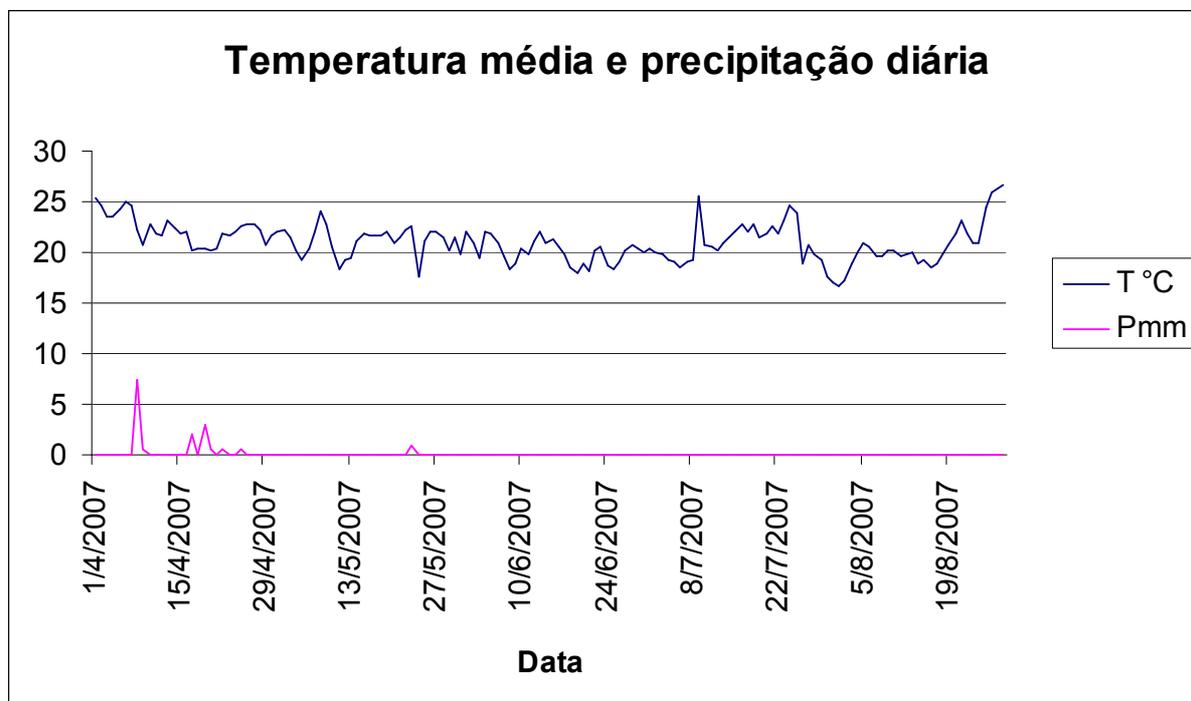


Tabela B.4. Precipitação média anual na Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

<i>Meses</i>	<i>Media (mm)</i>
Janeiro	305,0
Fevereiro	270,0
Março	96,0
Abril	47,0
Maio	0,0
Junho	0,0
Julho	2,5
Agosto	0,0
Setembro	0,0
Outubro	53,0
Novembro	125,5
Dezembro	214,0
Total	1113,0
Média	92,75

Fonte: Engenheiro Agrônomo Sebastião Conrado de Andrade, Fazenda Dom Bosco.

Figura B.4. Precipitação acumulada mensalmente (mm), em Cristalina (GO), no ano de 2007.

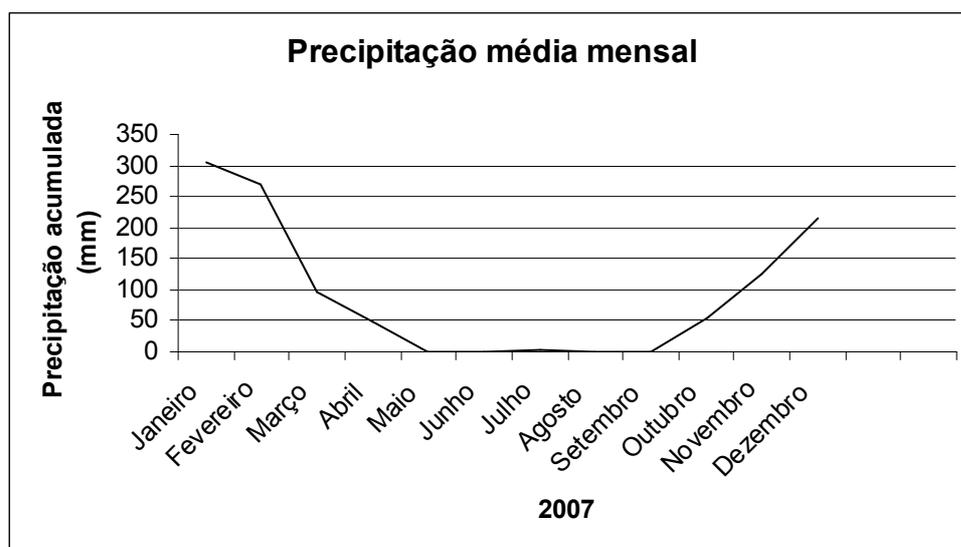
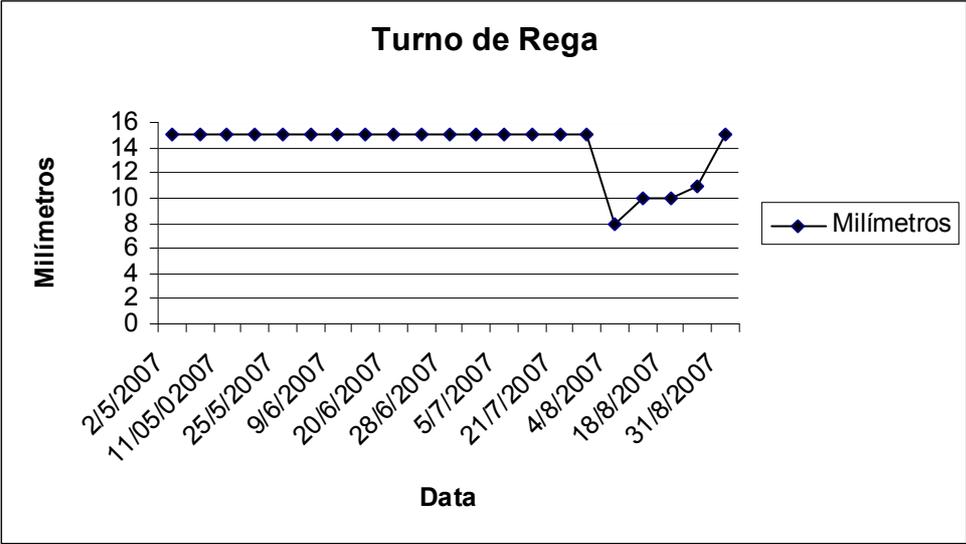


Tabela B.5. Turno de rega de pivô central em experimento de entressafra. Fazenda Dom Bosco, Cristalina – GO, 2007.

<i>Data</i>	<i>Milímetros</i>
02/05/2007	15
06/05/2007	15
11/05/2007	15
19/05/2007	15
25/05/2007	15
02/06/2007	15
09/06/2007	15
15/06/2007	15
20/06/2007	15
23/06/2007	15
28/06/2007	15
01/07/2007	15
05/07/2007	15
12/07/2007	15
21/07/2007	15
28/07/2007	15
04/08/2007	08
11/08/2007	10
18/08/2007	10
25/08/2007	11
31/08/2007	15

Fonte: Engenheiro Agrônomo Sebastião Conrado de Andrade, Fazenda Dom Bosco.

Figura B.5. Turno de Rega do pivô central. Cristalina – GO, 2007.



Fonte: Engenheiro Agrônomo Sebastião Conrado de Andrade, Fazenda Dom Bosco.

ANEXO C. Lista de siglas

Tabela C.1. Lista de siglas

Capacidade de troca catiônica	CTC
Centímetro	cm
Coefficiente de variação	C.V.
Diferença mínima significativa	DMS
Gramma	g
Graus Celsius	°C
Hectare	ha
Índice de Colheita (peso de grãos / peso de biomassa) x 100	IC %
Kilograma	kg
Litro	L
Metro	m
Milímetro	mm
Relação Carbono/Nitrogênio	C/N
Saturação por bases	V%
Toneladas	T