



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GUILHERME RENATO GOMES

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO, RENDIMENTO E
QUALIDADE NUTRICIONAL DO FEIJÃO-VAGEM
ARBUSTIVO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO
CONVENCIONAL E ORGÂNICO**

Londrina
2016

GUILHERME RENATO GOMES

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO, RENDIMENTO E
QUALIDADE NUTRICIONAL DO FEIJÃO-VAGEM
ARBUSTIVO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO
CONVENCIONAL E ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Sadayo Assari Takahashi.

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Gomes, Guilherme Renato.

Componentes de produção, rendimento e qualidade nutricional do feijão-vagem arbustivo em sistemas de produção convencional e orgânico / Guilherme Renato Gomes. - Londrina, 2016.
73 f.

Orientador: Lúcia Sadayo Assari Takahashi.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Fitotecnia - Teses. 2. Manejo de plantas - Teses. I. Takahashi, Lúcia Sadayo Assari . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

GUILHERME RENATO GOMES

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO, RENDIMENTO E QUALIDADE
NUTRICIONAL DO FEIJÃO-VAGEM ARBUSTIVO EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO CONVENCIONAL E ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Sadayo Assari
Takahashi
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Leandro Simões Azeredo Gonçalves
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Thaís de Souza Rocha
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Wilma Aparecida Spinosa
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Gilberto Martins
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 24 de fevereiro de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais, Edson e Maria Lourdes, por tudo que fizeram e ainda fazem por mim, aos meus irmãos, Vinicius e Leonardo, aos meus avós, Mário e Hilda, que para mim são como um segundo pai e uma segunda mãe, a minha tia e madrinha Maria Aparecida por todo apoio e afeto sempre demonstrados, a minha esposa Renata, por todo amor e compreensão durante esta jornada, e a você Vicente, meu filho amado e razão de todo meu esforço e dedicação. AMO VOCÊS!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me proporcionado saúde, fé e coragem para vencer desafios e cumprir firmemente mais esta etapa da minha vida.

A Universidade Estadual de Londrina, ao Programa de Pós-Graduação e a Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Edson e Maria Lourdes, por todo amor e dedicação ofertados, por me ensinarem que o caráter, a dignidade, a simplicidade dos atos, o respeito ao próximo, a disposição para lutar pelo que se deseja, e principalmente, a fé e o amor de Deus, são as diretrizes para uma vida realmente feliz. A vocês meus pais, toda minha reverência.

Aos meus amados irmãos, Vinicius e Leonardo. Podem ter certeza que tudo seria mais difícil sem vocês.

Aos meus avós, Mário e Hilda, espelhos da decência, do caráter e da dignidade. Meu muito obrigado por todo amor e acolhimento. Vocês são como pais para mim. A vocês também, toda a minha reverência.

A minha tia e madrinha Maria Aparecida, por todo amor e afeto, e pela torcida para que tudo sempre estivesse bem. Eu digo pouco, mas a senhora sabe que a amo.

A minha esposa amada, amorosa, afetuosa, dedicada e, principalmente, compreensiva, Renata. Nós sabemos a dificuldade que foi esta caminhada. Mas, chegamos bem e inteiros ao seu final. Obrigado por tudo.

A você Vicente, meu filho. Você é a razão de todo meu esforço e dedicação. Você trará ainda mais alegria e amor às nossas vidas. Mas, principalmente, me trará coragem superar os obstáculos que virão. Amamos você imensamente.

A minha orientadora Lúcia Sadayo Assari Takahashi, pela serenidade com a qual sempre tratou minhas dúvidas e angústias, me acalmando para continuar em frente. Agradeço também por todos esses anos de orientação, que me proporcionaram crescimento pessoal e profissional.

Aos companheiros de mestrado, Gustavo Henrique Freiria, Felipe Favoretto Furlan, Guilherme Augusto Cito Alves e André Prechlak Barbosa, pelas longas tardes de trabalho no laboratório e na fazenda. Vocês contribuíram para o meu aprimoramento profissional.

A todos que contribuíram para que este trabalho fosse concretizado.

A vitória é sempre possível para a pessoa que se recusa a parar de lutar.

(Napoleon Hill)

GOMES, Guilherme Renato. **Componentes de produção, rendimento e qualidade nutricional de feijão-vagem arbustivo em sistemas de produção convencional e orgânico.** 2016. 73 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

A avaliação das culturas em diferentes sistemas de produção é importante quando se deseja comparar e identificar vantagens de um em relação ao outro, principalmente em termos de rendimento e qualidade do produto final. Por apresentarem características específicas de produção, os sistemas influenciam as culturas de modo diferenciado. No entanto, são poucos os estudos sobre avaliação de genótipos de feijão-vagem arbustivo. Assim, objetivou-se avaliar os componentes de produção, rendimento e qualidade nutricional do feijão-vagem arbustivo em sistemas de produção convencional e orgânico. Para o experimento de campo, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 6x2, correspondentes a seis genótipos e dois sistemas de produção, com três repetições. Os genótipos utilizados foram as cultivares comerciais Isla Manteiga Baixo[®], Isla Macarrão Baixo[®], Feltrin Vicenza Amarelo Baixo[®] e Feltrin Macarrão Napoli[®], além de UEL 1 e UEL 2 selecionados no programa de melhoramento da UEL, todos com produção de vagens tipo macarrão. O desempenho produtivo foi avaliado por meio dos seguintes parâmetros: dias para florescimento, altura de planta, número médio de vagens por planta, peso médio de vagem, comprimento médio de vagem, diâmetro médio de vagem, e rendimento. Para o estudo da qualidade nutricional, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições para cada amostra moída. A análise nutricional das vagens ocorreu por meio das seguintes determinações: teores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo, enxofre, ferro, cobre, zinco e manganês; proteína bruta, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. A análise de variância dos dados de campo e laboratório foi conduzida aplicando-se o teste F, com comparação de médias realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O sistema convencional antecipou a antese, proporcionou maior número de vagens por planta. O sistema orgânico proporcionou maior altura de planta, e maior peso, comprimento e diâmetro médio de vagem. O rendimento do feijão-vagem arbustivo não foi afetado pelos sistemas de produção. A qualidade nutricional das vagens foi superior no sistema convencional.

Palavras-chave: Produtividade de vagens. Sistemas de cultivo. *Phaseolus vulgaris*. Qualidade de vagens. Composição nutricional.

GOMES, Guilherme Renato. **Production components, yield and nutritional quality in bushing snap bean in conventional and organic production systems.** 2016. 73 f. Dissertation (Master's Degree Dissertation) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

The evaluation of the cultures in different production systems is important when it is desired to compare and identify advantages between the systems, mainly in terms of yield and quality of the final product. It presents specific characteristics, the systems impact differently crops. However, are few the studies on evaluation of bushing snap bean genotypes. Thus, this study aimed to evaluate the production components, yield and nutritional quality of bushing snap bean in conventional and organic production systems. For the field experiment, the experimental design was the randomized complete block, in a factorial 6x2, corresponding to six genotypes and two production systems, with three replications. The genotypes used were the commercial cultivars Isla Manteiga Baixo[®], Isla Macarrão Baixo[®], Feltrin Vicenza Amarelo Baixo[®] and Feltrin Macarrão Napoli[®], besides UEL 1 and UEL 2 selected in the breeding program at UEL, all with production pods type noodles. The productive performance was evaluated using the following parameters: days to flowering, plant height, medium number of pods per plant, pod medium weight, pod medium length, pod medium diameter, and yield. To study of nutritional quality, the experimental design was completely randomized, with three replicates for each sample. The nutritional analysis of the pods occurred through the following determinations: contents of calcium, magnesium, potassium, phosphorus, sulfur, iron, copper, zinc and manganese; crude protein, total phenolic compounds and antioxidant activity. Variance analysis of field and laboratory data was conducted by applying the F test, with mean comparison performed by Tukey test ($p < 0.05$). The conventional system anticipated anthesis, provided higher number of pods per plant. The organic system provided higher plant height, and higher average weight, length and diameter pod. The yield of bushing snap bean was not affected by production systems. The nutritional quality of the pods was higher in the conventional system.

Keywords: Pod yield. Growing systems. *Phaseolus vulgaris*. Pod quality. Nutritional composition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 -	Precipitação, temperatura média e umidade relativa média dos experimentos conduzidos no outono-inverno. Londrina, 2015.....	39
Figura 3.2 -	Atividade antioxidante em função dos sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015	49
Figura 3.3 -	Teores de proteína bruta dos genótipos de feijão-vagem arbustivo em função dos sistemas de produção. Londrina, 2015.....	53
Figura 3.4 -	Teores de proteína bruta em função dos sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015	54
Figura 3.5 -	Teores de compostos fenólicos totais dos genótipos de feijão-vagem arbustivo em função dos sistemas de produção. Londrina, 2015.....	55
Figura 3.6 -	Teores de compostos fenólicos totais em função dos sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 -	Análise química dos solos. Londrina, 2015	39
Tabela 3.2 -	Análise de variância de dias para florescimento (DPF), altura de planta (ALTP), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV), comprimento médio de vagem (CMV), diâmetro médio de vagem (DMV) e rendimento (REND) dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.....	43
Tabela 3.3 -	Comparação de médias da interação entre os fatores genótipo e sistema de produção para dias para florescimento (DPF) e número médio de vagens por planta (NMVP) dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.....	44
Tabela 3.4 -	Altura de planta (ALTP), peso médio de vagem (PMV), comprimento médio de vagem (CMV) e diâmetro médio de vagem (DMV) em função dos genótipos e sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.....	45
Tabela 3.5 -	Análise de variância das variáveis teores de macro e micronutrientes, teor de proteína bruta, fenólicos totais e atividade antioxidante dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.....	47
Tabela 3.6 -	Teores de macro e micronutrientes em função dos genótipos e sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.....	48
Tabela 3.7 -	Comparação de médias da interação entre os fatores genótipo e sistema de produção para os teores de macro e micronutrientes dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	FEIJÃO-VAGEM	13
2.1.1	Características Gerais	13
2.1.2	Origem e Domesticação.....	15
2.1.3	Produção e Importância Econômica	17
2.1.3.1	Brasil.....	17
2.1.3.2	Paraná	18
2.2	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	19
2.2.1	Produção Convencional	19
2.2.2	Produção Orgânica	21
2.2.3	Sistemas de Produção e Desempenho Produtivo das Culturas	24
2.2.4	Sistemas de Produção e Qualidade Nutricional das Culturas	26
2.3	MINERAIS, PROTEÍNAS, ANTIOXIDANTES E COMPOSTOS FENÓLICOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	28
2.4	ÉPOCAS DE SEMEADURA	31
2.5	EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS	32
2.5.1	Exigência Térmica	32
2.5.2	Exigência Hídrica	33
3	ARTIGO A: COMPONENTES DE PRODUÇÃO, RENDIMENTO E QUALIDADE NUTRICIONAL DO FEIJÃO-VAGEM ARBUSTIVO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL E ORGÂNICO	35
3.1	RESUMO	35
3.2	ABSTRACT	36
3.3	INTRODUÇÃO	36
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.4.1	Experimento de Campo	38
3.4.2	Qualidade Nutricional.....	41
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42

3.5.1	Desempenho Produtivo.....	42
3.5.2	Qualidade Nutricional.....	46
3.6	CONCLUSÕES	57
	CONCLUSÕES	58
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma hortaliça caracterizada pelo consumo das vagens frescas. Destaca-se pela sua importância econômica, social e nutricional no Brasil, especialmente para a agricultura familiar.

Tradicionalmente, as cultivares de feijão-vagem utilizadas no Brasil são de hábito de crescimento indeterminado ou trepadoras, pois são mais produtivas. No entanto, mesmo com produtividade inferior, cultivares de crescimento determinado ou arbustivas, apresentam vantagens em relação as trepadoras como dispensa do tutoramento, florescimento e produção concentrados em curto período de tempo, o que facilita os tratamentos culturais e possibilita colheita única, e assim, contribui para a redução dos custos de produção.

No entanto, são poucos os estudos sobre a avaliação de genótipos de feijão-vagem arbustivo, principalmente em diferentes sistemas de produção, pois, por apresentarem características específicas, influenciam os cultivos de modo diferenciado. Assim, a avaliação das culturas em diferentes sistemas é importante quando se deseja comparar e identificar vantagens de um em relação ao outro, principalmente em termos de rendimento e qualidade do produto final.

A produção convencional caracteriza-se pela disponibilidade e praticidade na utilização de agroquímicos e adubos solúveis. No entanto, seu uso sequencial traz consequências ao sistema produtivo, como eliminação de inimigos naturais e a ressurgência de insetos-praga, quebra da resistência de patógenos, além de contribuírem para contaminação ambiental e alimentar. Todos estes eventos contribuem para dificultar a manutenção da produtividade. Em contrapartida, o sistema orgânico é uma opção para redução de custos, importante para a agricultura familiar, e menos agressivo ao meio ambiente, além de produzir um alimento mais saudável, e com maior valor comercial. A adubação orgânica caracteriza-se pela utilização de compostos provenientes do aproveitamento de resíduos, que, após incorporados ao solo, promovem maior diversidade e liberação gradual de nutrientes, bem como aumento da atividade biológica, devido as suas variadas composições.

Além do desempenho produtivo, a qualidade nutricional das vagens também pode ser afetada pela maior ou menor quantidade e disponibilidade de água e nutrientes em diferentes ambientes de cultivo. Desta forma, a sua avaliação é necessária quando a finalidade é a produção de um alimento nutritivo. Assim, objetivou-se avaliar os componentes de produção, rendimento e a qualidade nutricional do feijão-vagem arbustivo em sistemas de produção convencional e orgânico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FEIJÃO-VAGEM

2.1.1 Características Gerais

As espécies do gênero *Phaseolus* são amplamente distribuídas pelo mundo. São cultivadas em regiões tropicais e subtropicais, mas também crescem em zonas temperadas (MUÑOZ; GIRALDO; SOTO, 1993). O gênero pertence à subtribo Phaseolinae, tribo Phaseoleae, subfamília Papilionoideae e família Leguminosae e é composto por 55 espécies (DEBOUCK, 1991). Dentre estas, cinco foram domesticadas: *P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus*, *P. acutifolius*, *P. polyanthus* (DEBOUCK, 1986).

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma hortaliça pertencente à mesma espécie do feijão comum, diferindo apenas no estágio de colheita das suas vagens, que ocorrem ainda imaturas, e podem ser consumidas frescas ou de forma industrializada (HAESBAERT et al., 2011). A espécie é uma fabácea anual diplóide, de caule herbáceo e haste angulosa com pêlos simples, de onde são emitidos ramos laterais (VIEIRA; BORÉM; RAMALHO, 1999). As raízes são superficiais, pivotantes, com capacidade de fixar o nitrogênio pela nodulação ocorrente da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*.

As folhas são compostas de três folíolos grandes, sendo dois laterais e um no centro; as flores são heteroclamídeas, zigomorfas e pentâmeras (SILBERNAGEL, 1996; VIEIRA, 1988; ZIMMERMANN e TEIXEIRA, 1996). Em função da sua morfologia, suas flores são hermafroditas e autoférteis, pois o estigma e as anteras se encontram protegidos pelas pétalas, e a polinização ocorre no momento da abertura da flor (KUROSAWA, 2007). Desta forma, o feijão-vagem tem predominância de autogamia, com taxa de fecundação cruzada que varia de 0 a 9%. Os frutos são vagens que apresentam polpa espessa e formato afilado, dentro das quais se desenvolvem as sementes (FILGUEIRA, 2003).

A seção transversal das vagens classifica as cultivares nos grupos holandesa, macarrão, manteiga e de metro. A vagem holandesa apresenta seção elíptica, perfil longitudinal reto, ápice abrupto com dente apical reto marginal e coloração verde-escura. As do grupo macarrão tem o mesmo formato de seção das holandesas, perfil longitudinal semiarqueado, ápice abrupto com dente apical semiarqueado marginal e coloração verde clara. Vagens do grupo manteiga tem seção achatada, perfil longitudinal semiarqueado,

presença de fio nas fendas longitudinais entre as duas metades do fruto, ápice abrupto com dente apical arqueado marginal e coloração verde esbranquiçada. Já as vagens de metro são mais compridas que as demais, apresentam seção circular, perfil longitudinal semiarqueado, ápice afilado e coloração verde intensa. (NORMAS DE CLASSIFICAÇÃO, 2012). Vagens do grupo macarrão tem maior importância econômica e atingem ponto comercial entre 15 a 18 cm de comprimento e 0,8 cm de diâmetro médio, com pequenas variações (FILGUEIRA, 2003).

O ponto ideal de colheita das vagens ocorre quando atingem o máximo desenvolvimento, no entanto, antes que se tornem fibrosas e com sementes desenvolvidas. Na prática, conhece-se esse ponto quando as vagens apresentam suas pontas facilmente quebráveis ao serem envergadas (FILGUEIRA, 2003).

A classificação do feijoeiro quanto ao hábito de crescimento está relacionada ao hábito de florescimento das plantas. Nas de hábito determinado, uma inflorescência se abre no ápice da haste principal, e, posteriormente, outras se abrem nas hastes laterais, ou seja, o florescimento ocorre do ápice para base, no qual, o aparecimento da primeira flor, determina o final do crescimento das plantas. Nas de hábito indeterminado, a abertura da primeira inflorescência ocorre na base das plantas, e segue nas inflorescências superiores. Assim, o florescimento ocorre da base para o ápice, e a planta continua o seu crescimento após a abertura da primeira flor (SANTOS; GAVILANES, 2006).

Quanto ao crescimento, as cultivares são classificadas em Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IVa e IVb. O tipo I inclui as de hábito de crescimento determinado ou arbustivo, que possuem menos e mais curtos internódios dentre todos os tipos (Ia). Aquelas com maior número e internódios mais longos tendem a acamar (Ib). Plantas do tipo I possuem baixa tolerância à falta d'água, baixa capacidade de compensação e concentram suas vagens no terço médio do caule (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

Genótipos arbustivos e eretos estão incluídos no tipo IIa, enquanto IIb, corresponde às semitrepadoras. Cultivares do tipo II possuem mais de doze nós na haste principal, maior número de hastes laterais, média tolerância à falta de água e boa compensação de vagens, que se concentram nos terços médio e inferior da planta. As do tipo IIIa são prostradas ou semitrepadoras, com tendência arbustiva em ambientes limitantes ao seu crescimento. Já o IIIb constitui-se de plantas prostradas ou trepadoras, que possuem menor número de hastes laterais. Plantas do tipo III são mais desenvolvidas, possuem maior número de nós, maior comprimento dos internódios, alta capacidade de compensação de vagens, rusticidade e grande potencial produtivo (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

O hábito de crescimento IV é o das plantas trepadoras que necessitam de tutoramento para expressarem sua máxima produtividade. A haste principal possui entre 20 e 30 nós e pode alcançar mais de dois metros de comprimento. As cultivares que apresentam vagens distribuídas por toda a planta são classificadas em IVa, enquanto IVb são aquelas nas quais as vagens se concentram na parte superior da planta (SANTOS; GAVILANES, 2006).

Majoritariamente, a produção de feijão-vagem no Brasil caracteriza-se pelo uso de cultivares de crescimento indeterminado, pois atingem maiores produções (QUEIROGA et al., 2003). Contudo, são mais exigentes em mão-de-obra, pois necessitam de tutoramento, e, por terem maior ciclo, são mais sujeitas a ataques de pragas e doenças por maior período de tempo. Estes fatores podem contribuir para o aumento dos custos de produção (BRANDÃO, 2001).

Já as cultivares de crescimento determinado, mesmo com produção inferior, apresentam vantagens no cultivo como dispensa de tutoramento; facilidade de manejo e aplicação dos tratamentos culturais; ciclo menor, o que possibilita um maior número de colheitas por ano (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1986), florescimento e produção concentrados em um breve período de tempo, ainda que mais susceptíveis aos riscos meteorológicos nestes estádios, além da possibilidade de se efetuar uma única colheita. A interação destes fatores pode reduzir o custo de produção e aumentar a liquidez do produtor (PEIXOTO et al., 1993; PEIXOTO et al., 1997; FILGUEIRA, 2003).

Cultivares com crescimento indeterminado tem a colheita das vagens iniciada entre 60 a 70 dias após a semeadura, com duração média de 30 dias; enquanto que para cultivares de porte determinado, o mesmo período situa-se entre 50 a 55 dias. No Brasil, a colheita é manual, o que torna a operação onerosa e de baixo rendimento. O rendimento de vagens por área é variável, e pode superar 20 t ha^{-1} para as cultivares trepadoras, e a metade desse rendimento para cultivares arbustivas (FILGUEIRA, 2003).

2.1.2 Origem e Domesticação

A origem e a diversificação primária do gênero *Phaseolus* ocorreram nas Américas (VAVILOV, 1931). Populações silvestres de feijão crescem do norte do México ao norte da Argentina, em altitudes entre 500 e 2.000 m (DEBOUCK, 1986); são distribuídas em regiões que abrangem desde 52° N, estendendo-se até 32° S, e não são encontradas naturalmente no Brasil (DEBOUCK, 1991).

A hipótese de o feijoeiro ter sido domesticado na Mesoamérica, e posteriormente disseminado para a América do Sul, é suportada pelo fato de que formas silvestres de feijão foram encontradas no México, e associadas a espécies domesticadas a cerca de 7.000 a.C. Por outro lado, indícios arqueológicos de cerca de 10.000 a.C. são indicativos de que o feijão teria sido domesticado na América do Sul e transportado para a América do Norte (SILBERNAGEL, 1996; ZIMMERMANN; TEIXEIRA, 1996; VIEIRA; BORÉM; RAMALHO, 1999).

A aceitação da origem americana da espécie ocorreu no final do século XIX, baseada em um grande número de amostras encontradas desde o sudoeste dos EUA, passando pela América Central, se estendendo pela região Andina da América do Sul até o norte de Argentina e Chile, e datadas de quase 10.000 anos. Todos estes achados arqueológicos foram encontrados em regiões secas, tanto nos Andes como na América Central, e são restos de plantas sem traço característico do ancestral silvestre. Este fato sugere que, possivelmente, o feijoeiro foi domesticado em regiões de maior umidade, já que uma espécie domesticada necessita de mais água para o seu desenvolvimento, e posteriormente foi introduzido em regiões mais secas (GEPTS; DEBOUCK, 1991). A ampla área de ocorrência do feijão é um dos fatores que permitiu o surgimento de diversas raças locais, e é o que dificulta a localização exata dos centros de domesticação da cultura (FREITAS, 2006).

Outros estudos sugerem que a domesticação do feijão resultou de seguidos eventos na América Central e no Sul dos Andes. Ainda se sugere um terceiro centro na região da Colômbia (DEBOUCK, 1986; GEPTS; DEBOUCK, 1991). Os eventos de domesticação nos dois primeiros locais conduziram à formação dos centros Mesoamericano e Andino, dentro dos quais, a evolução levou a mudanças morfológicas, fisiológicas e genéticas da espécie (GEPTS; DEBOUCK, 1991; SINGH et al., 1991).

Os centros gênicos do feijão organizam-se em primário, secundário, terciário e quaternário (DEBOUCK, 1999). O primário agrupa populações cultivadas e silvestres, com híbridos férteis e sem impedimento para o cruzamento entre eles (GEPTS; BLISS, 1986; TORO; TOHME; DEBOUCK, 1990). O secundário compreende as espécies *P. coccineus*, *P. costaricensis* e *P. polyanthus*. Estas três espécies inter cruzam-se facilmente e também com *P. vulgaris*. O terciário é constituído por *P. acutifolius* e *P. parvifolius*. Ambas as espécies podem ser cruzadas, com geração de progênes completamente férteis. Já as espécies *P. filiformis*, *P. angustissimus* e *P. lunatus* podem ser consideradas do centro quaternário, nos quais seus inter cruzamentos, e seus cruzamentos com *P. vulgaris*, não produzem descendentes viáveis (SINGH, 2001).

Pesquisas moleculares com o gene *Phs* já identificaram ao menos dez tipos de faseolinas em plantas domesticadas e silvestres, com alta correlação entre tipo de faseolina e local de origem dos vegetais (GEPTS et al., 1986). Freitas et al. (2003) relataram que as faseolinas M, S, B, CH e I pertencem a amostras de feijão oriundas do México, Colômbia, Equador e Norte do Peru, enquanto as do tipo C, H, T, P e J encontram-se em materiais cultivados no Sul do Peru e da Argentina. Os autores sugeriram que o fator cultural teria influenciado significativamente a relação entre faseolina e local de origem, pois as migrações humanas fizeram com que espécies e variedades, a princípio isoladas por grandes distâncias, ficassem próximas, o que aumentou a chance de fluxo gênico.

Quanto a origem do feijão-vagem, Andrade et al. (2016) estudaram a divergência genética entre 40 e 32 acessos de feijão-vagem de crescimento determinado e indeterminado respectivamente, por meio de marcadores moleculares AFLP. As análises de agrupamento UPGMA, PCoA e Bayesiana revelaram que o feijão-vagem de crescimento determinado tem sua origem mais associada a região andina; e os de crescimento indeterminado, à região mesoamericana. Ainda, a análise Bayesiana constatou acessos intermediários entre os dois grupos, o que sugere uma introgressão gênica entre as regiões andina e mesoamericana.

2.1.3 Produção e Importância

2.1.3.1 Brasil

O último levantamento realizado pela FAO (2013) registrou a produção mundial de vagem em aproximadamente 20 milhões de t ano⁻¹, na qual a China lidera em volume de produção, seguida de Indonésia, Turquia, Índia e Tailândia. Deste montante, cerca de 280 mil toneladas são produzidas nas Américas, e cerca de 80 mil, aproximadamente, são provenientes da América do Sul.

No Brasil, dados referentes à produção do feijão-vagem determinado e indeterminado são incipientes. Em termos econômicos, segundo último levantamento, a comercialização do feijão-vagem gerou cerca de 150 milhões de reais aos produtores (ABCSEM, 2011). Além da importância econômica, o feijão-vagem tem importância social para a agricultura familiar brasileira (FILGUEIRA, 2003), pois aproximadamente 60% da produção nacional da hortaliça está concentrada em propriedades com menos de 10 hectares (MELO, 2006).

A renda gerada com a produção do feijão-vagem no Brasil é influenciada pela escassez de recursos direcionados aos pequenos produtores, o que compromete a eficiência dos tratamentos culturais necessários à melhoria da produtividade e rentabilidade, e expõe as vagens a estresses bióticos e abióticos; por outro lado, os produtores que utilizam defensivos conseguem melhorar a sua produtividade, mas nem sempre a sua renda, pois o número de aplicações de produtos fitossanitários, em função do ano, pode aumentar seu custo de produção (MIKLAS et al., 2003).

Ainda, o feijão-vagem representa uma alternativa para diversificação da produção na entressafra de outras olerícolas, tanto em ambientes protegidos como a pleno sol, pois, além de aproveitar as estruturas de tutoramento e a adubação residual, serve para quebrar o ciclo de algumas doenças (SANTOS et al., 2012).

2.1.3.2 Paraná

A dimensão das propriedades rurais no Estado condiciona o cultivo do feijão-vagem, já que mais de 80% dos seus imóveis rurais são de agricultura familiar (PEREIRA; BAZOTTI, 2010). Atualmente, a produção paranaense da hortaliça é de aproximadamente 20 mil toneladas, das quais 61% são produzidas em áreas menores que 50 hectares. A média paranaense de produção de vagem por hectare é 12,3 toneladas, com destaque para os municípios de Cafezal do Sul, Curitiba, São Jorge do Ivaí, Nova Londrina e Sulina (PARANÁ, 2013).

Dados econômicos da Companhia Nacional de Abastecimento (2016) e da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (2016) do Estado revelaram, respectivamente, que os preços médios pagos ao produtor paranaense pelos quilos de vagem e de feijão de grãos, independente do hábito de crescimento dos genótipos utilizados, foram de R\$ 2,48 e R\$ 3,01. A relação entre os preços mostrou que o valor recebido por um quilo da hortaliça equivale a 82% do valor recebido por um quilo de grãos. Quando se considera que o feijão-vagem é cultivado em áreas menores que o feijão comum, e possivelmente, com custos de produção menores, (FILGUEIRA, 2003), esta relação demonstra que o cultivo do feijão-vagem é uma opção rentável aos produtores do Estado.

2.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

2.2.1 Produção Convencional

A agricultura é uma prática milenar, que passou por várias transformações para assegurar o suprimento de alimentos aos habitantes do planeta. Seu processo de modernização se iniciou após algumas descobertas no século XIX, nos quais os cientistas Saussure, Boussingault e Liebig, derrubaram a teoria do húmus, que difundia a obtenção do carbono pelas plantas por meio da matéria-orgânica do solo. Liebig afirmou que o aumento da produção seria diretamente proporcional à quantidade de substâncias químicas incorporadas ao solo, e sustentou sua afirmação por meio de comprovações científicas. Junto com Boussingault, que estudou a fixação do nitrogênio atmosférico pelas plantas leguminosas, Liebig é considerado o maior precursor da "agroquímica". As descobertas desses cientistas marcaram o fim do conhecimento agrônomo empírico (EHLERS, 1996).

Uma nova fase na agricultura caracterizou-se por avanços científicos e tecnológicos ocorridos entre o final do século XIX e o início do século XX, com a descoberta dos fertilizantes químicos, do melhoramento genético e dos motores a combustão interna, e resultou em progressivo abandono dos sistemas agrícolas rotacionais e na separação das produções animal e vegetal. Consolidou-se o padrão produtivo, denominado atualmente de agricultura "convencional", que se intensificou na década de 70, após a Segunda Guerra Mundial, com a chamada Revolução Verde (EHLERS, 1996).

Com o objetivo de aumentar a oferta de alimentos e erradicar a fome, a Revolução Verde propôs um modelo de produção agrícola pautado na criação e no desenvolvimento de tecnologias como insumos químicos, mecânicos e biológicos. A partir da década de 80, a expansão desse modelo passou a apresentar limitações, em função da diminuição do ritmo de inovações, do aumento dos gastos em pesquisa e desenvolvimento e da identificação dos impactos ambientais ocasionados pelo uso intensivo de insumos, em especial dos agroquímicos (ALBERGONI; PELAEZ, 2007).

Segundo Khatounian (2001), a agricultura convencional se incorporou à mentalidade dos agricultores, agrônomos e planejadores. Nos EUA e Europa, até o início da década de 80, e no Brasil, até o início da década de 90, todo sistema de produção distinto da agricultura convencional era considerado impróprio.

O sistema convencional, ou simplesmente agricultura convencional, trata-se de um modelo baseado na utilização de insumos externos, o que em curto prazo, gera

resultados econômicos visíveis, como o aumento da produtividade e eficiência agrícola, que contribuem para a diminuição da migração rural e melhora a distribuição de renda. No entanto, sua utilização intensiva pode ocasionar danos ambientais (SOUZA, 2005).

Segundo Gleissman (2000), a agricultura convencional é conduzida para maximização da produção e do lucro. Suas práticas não consideram a dinâmica ecológica dos agroecossistemas, e levam a oscilação da produção. De modo geral, a tecnologia empregada neste cultivo está embasada no preparo intensivo do solo, na utilização de adubos minerais de alta solubilidade, no uso de produtos industriais para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas e em cultivares altamente responsivas a aplicação de agroquímicos. Desta forma, esse modelo produtivo caracteriza-se pela forte dependência de insumos industrializados (ALTIERI, 1995; EHLERS, 1996; GLIESSMAN, 2000).

Além do contato direto, a persistência no ambiente e a manutenção da viabilidade de determinadas moléculas nos agroquímicos, por longas distâncias, contribui para a contaminação humana e de animais. Em um estudo com 124 pacientes foi observado, em 100% dos casos, a presença de algum tipo de pesticida em seus organismos (HIGASHI, 2002). No homem, o aumento na concentração de moléculas de agroquímicos ao longo dos anos pode trazer uma série de prejuízos, como modificação do DNA, ataque ao sistema imunológico, cânceres em decorrência de mutações celulares, bloqueio da absorção de nutrientes, aumento do estresse e alteração no comportamento (CHABOUSSOU, 1999; PINHEIRO, 1998).

Em termos ambientais, o impacto potencial de um agroquímico é medido por meio da sua toxicidade ao ser humano e a outros organismos, e também pela concentração que atinge no solo, na água, na planta e na atmosfera. A carga contaminante e o seu destino definem a concentração de um agroquímico no ambiente, uma vez que suas moléculas passam por processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos, que determinam seu poder contaminante. Já o destino dos agroquímicos é governado por eventos de transporte (deriva, volatilização, lixiviação, escoamento superficial), transformação (decomposição, degradação), retenção (adsorção, absorção) e pelas interações entre eles. Diferenças nas estruturas e propriedades das substâncias químicas, nas condições e no nível de antropização do ambiente, podem afetar a dinâmica e o impacto ambiental de um agroquímico (SPADOTTO, 2002).

Os adubos solúveis também podem danificar o meio ambiente (MELLO; CARVALHO; GUIMARÃES, 2006). Nutrientes como fósforo e nitrogênio lixiviados promovem, em ambientes aquáticos, a sua eutrofização. Este fenômeno está relacionado ao crescimento excessivo de algas e a redução dos níveis de oxigênio desses ambientes, o que

leva a morte de outros tipos de organismos, e promove alterações no equilíbrio destes ecossistemas. No sistema convencional, a lixiviação de íons em maior quantidade pode incorrer não apenas em contaminações de lençóis freáticos, rios e oceanos, mas também atuar como promotora de erosão, compactação e desertificação dos solos (GLIESSMAN, 2000).

Quando se consideram danos ao sistema produtivo, o uso sequencial e muitas vezes excessivo de agroquímicos, safra após safra, provoca o desenvolvimento de resistência de organismos-alvo, aumento na população de pragas secundárias e ressurgimento de outras pragas, além da mortalidade de inimigos naturais (ALTIERI, 2002).

Além do risco à saúde e ao meio ambiente, o nível de agroquímicos remanescentes nos alimentos tem se mostrado uma importante barreira quanto a sua comercialização no mercado internacional (CALDAS, 1999). Assim, o modelo convencional de agricultura vem se mostrando insustentável. A análise deste cenário, realizada desde a década de 80, fez surgir no Brasil e no mundo propostas para um sistema produtivo mais sustentável, como a agricultura orgânica (DAROLT, 2003).

2.2.2 Produção Orgânica

O modelo surgiu na Índia, em 1931, proposto pelo engenheiro agrônomo Albert Howard que comprovou que a nutrição e a sanidade das plantas cultivadas eram asseguradas por um solo com altos índices de matéria orgânica e, conseqüentemente, por uma rica e intensa comunidade microbiana. Ele observou também um alto valor biológico nos alimentos produzidos (SOUZA; RESENDE, 2006), que apresentaram proteínas com quantidades adequadas de aminoácidos essenciais e de nitrogênio total, e de boa digestibilidade. Na época, estes alimentos foram descritos como de alta qualidade proteica (SARWAR, 1997).

No início da década de 60 algumas publicações chamaram a atenção dos consumidores em relação aos possíveis efeitos do uso de agroquímicos sobre aspectos como saúde humana e animal, contaminação dos solos e águas, interferências nos ecossistemas e prejuízos à agricultura (GARCIA, 1996). No fim da década de 80, após divulgação de um documento sobre o futuro da agricultura pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ganhou repercussão o termo “desenvolvimento sustentável”, caracterizado por um processo de transformação harmônico entre a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais, a

fim de atender as necessidades presentes, no entanto, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de se sustentarem (SANTOS, 2004).

Ainda segundo Santos (2004), para que uma agricultura seja considerada sustentável ecologicamente, três parâmetros devem ser atendidos: a) estabilidade da produção de biomassa das culturas ao longo dos anos, objetivando criar um sistema resistente às quedas de produtividade e que recupere sua capacidade produtiva após um estresse ambiental; b) produção de biomassa baseada em processos biológicos, com o intuito de gerar alimentos por meio de processos pouco ou não poluentes e já existentes nos ecossistemas, utilizando recursos ambientais que apresentem melhor saldo energético e necessitem de pouco aporte externo de insumos. A fixação biológica de nitrogênio e a ciclagem de nutrientes são exemplos desses processos; c) formas de produção que favoreçam a manutenção e a preservação dos recursos renováveis, por meio de práticas como plantio direto, cultivo mínimo, cobertura morta e viva, rotação de culturas, bem como métodos vegetativos de controle da erosão.

Por esses aspectos, a agricultura orgânica torna-se importante, pois é solidamente pautada em processos ecológicos (SOUZA; RESENDE, 2006). Segundo Paschoal (1994), este modelo de agricultura pode ser definido como um método que visa o estabelecimento de sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis, economicamente produtivos em grande, média e pequena escalas, de elevada eficiência quanto a utilização dos recursos naturais de produção e socialmente bem estruturados que resultem em alimentos saudáveis, de elevado valor nutritivo e livre de resíduos tóxicos. Também pode ser entendida como uma estratégia para alcançar a sustentabilidade dos agroecossistemas, pois promove a conservação da biodiversidade e dos ciclos biológicos, visando à sustentabilidade social, ambiental e econômica da unidade de produção no tempo e no espaço (SANTOS; SOUZA, 2012). De forma simples, define-se agricultura orgânica como aquela que não faz uso de defensivos agrícolas (SOUZA; RESENDE, 2006).

Segundo Borguini e Torres (2006), orgânico é o alimento produzido de acordo com normas específicas que vetam a utilização de quaisquer agroquímicos e que contém certificação por agência devidamente reconhecida. Neste caso, a matéria orgânica é fundamental para a manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo (ARAÚJO, 2006), contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1985).

Na produção orgânica, resíduos de origem vegetal e animal são utilizados como adubos ou resíduos orgânicos. À utilização destes resíduos são atribuídos benefícios à

física, química e biologia do solo. Na física, a incorporação de resíduos orgânicos contribui para a estrutura do solo, em decorrência da melhoria nas suas porosidade e capacidade de retenção e infiltração de água, pois a matéria orgânica funciona como agente cimentante entre as suas partículas, e para a elevação da atividade microbiana. Na química, a matéria orgânica atua como fonte de macro e micronutrientes, promove a neutralização de substâncias tóxicas para as plantas, contribui para que o solo fique com pH favorável ao desenvolvimento vegetal, melhora a adsorção e a capacidade de troca de cátions (CTC), pode elevar a superfície específica do solo e, em consequência, aumentar sua capacidade em reter e fornecer nutrientes para as plantas. Na biologia, a matéria orgânica age como fornecedora de nutrientes para a comunidade microbiana que participa de seu ciclo biológico, e assim, aumenta a população da macro e microbiota. Assim, melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo podem resultar em aumento da produtividade das culturas (KIEHL, 1985).

As macro e microbiota também afetam direta e/ou indiretamente a produtividade das culturas. Para que a matéria orgânica, oriunda da incorporação dos resíduos orgânicos ou já existente no solo, contribua efetivamente para a melhoria do sistema produtivo, há a necessidade da sua transformação por meio da microbiota. Assim, a comunidade microbiana é sensível à detecção de mudanças no conteúdo total da matéria orgânica do solo, e pode ser utilizada para indicar seu nível de degradação em função do sistema de manejo adotado (CARTER, 1986; BENDING; PUTLAND; RAYNS, 2000). A microbiota, representada pela minhoca, por exemplo, também influencia o ciclo da matéria orgânica, pois altera as populações e as atividades de mineralização e humificação dos microrganismos, e, conseqüentemente, afeta a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (SILVA et al., 2006).

Os agricultores orgânicos têm conseguido resultados satisfatórios em vários aspectos ligados à sustentabilidade (TRIVELLATO; FREITAS, 2003). O selo orgânico é um indicativo de que os alimentos foram produzidos e processados de acordo com as normas estabelecidas, o que representa um adicional em relação à qualidade do produto quando comparado aos alimentos convencionais (DAROLT, 2003).

Em seu estudo, Darolt (2003) avaliou a qualidade agrônômica, nutricional e organoléptica de alimentos convencionais e orgânicos. O autor verificou que o sistema orgânico aumentou o rendimento de diversas hortaliças, como a cenoura por exemplo. Quanto à qualidade nutricional, o que se observou, no geral, foi uma tendência de redução do teor de nitrato, aumento nos teores de vitamina C, 31,9% a mais de fósforo, 18,6% a mais de compostos fenólicos e 8,5% a mais de fibras nos alimentos orgânicos. Também se

apresentaram 14,1% mais firmes, e aumentaram em 12,1% seu tempo de armazenamento. Em um teste que avaliou sabor e aroma, frutas orgânicas apresentaram superioridade na firmeza da polpa e da casca, e na quantidade de suco e conteúdo de açúcar. Ainda, segundo Magalhães, Carmo e Cormitre (1994), a priorização do uso de recursos naturais reduz os custos de produção, e aumenta os rendimentos e a produtividade das lavouras.

2.2.3 Sistemas de Produção e Desempenho Produtivo de Culturas

Na literatura, são diversos os resultados sobre o desempenho produtivo das culturas em função dos sistemas de produção convencional e orgânico. Os estudos mostram dificuldades para estabelecer um sistema superior em termos de produtividade, pois as causas de variação estão relacionadas a fatores como clima, cultivar, tipo de solo e, em sua maioria, também ligados aos custos de produção e a quantidade e qualidade da adubação realizada (CAMARGO, 2008).

Considerando o custo de produção como um dos fatores que determinam a eficiência de um sistema produtivo, Carmo, Cormitre e Dulley (1988) publicaram um estudo realizado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) que mostrou que o custo da mão-de-obra para produção de uma saca de feijão orgânico, na safra das águas, foi 27% superior em relação ao convencional. No entanto, o custo de produção total foi semelhante para os dois sistemas, e girou em torno de 17,7%. Darolt (2003) ao analisar a viabilidade econômica, ou seja, os custos de produção em relação aos preços de comercialização entre ambos os sistemas para a cultura da batata observou maior renda líquida no sistema orgânico. Tais resultados indicam que o cultivo orgânico pode ser economicamente viável.

Carvalho (2003) obteve produtividade média de hortaliças 15% superior em sistema de produção orgânico em comparação ao convencional. O mesmo autor, no cultivo de milho, obteve 1.500 kg ha⁻¹ a mais no sistema orgânico. Resultados semelhantes foram obtidos em pesquisas realizadas pela Embrapa (2006), nas quais o cultivo orgânico, frente ao convencional, foi superior na produção de hortaliças como cenoura, tomate e cebola. Nestes trabalhos, a média de produção do sistema orgânico, considerando todas as hortaliças, foi de 38 t ha⁻¹, enquanto que o convencional não produziu mais que 20 t ha⁻¹.

Silva et al. (2008) em estudo com diferentes níveis de adubação mineral e orgânica, em combinação e não combinados, relataram maior rendimento de grãos de milho em sistema orgânico exclusivo frente a sistemas mistos ou somente convencional. Os autores atribuíram esse desempenho a melhoria da fertilidade do solo ocasionada pela adubação com

composto orgânico, equivalente a $14,3 \text{ t ha}^{-1}$, que proporcionou maior disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Com a cultura da cebola, Rodrigues et al. (2006) e Resende et al. (2010) obtiveram melhor desempenho produtivo no sistema orgânico. Os primeiros autores atribuíram esse desempenho às condições mais instáveis que o sistema convencional propiciou às plantas. Também relacionaram esta instabilidade a um coeficiente de variação superior no sistema convencional. Segundo os autores, a concentração de nitrogênio da adubação, superior no sistema orgânico, afetou a bulbificação, componente que mensura o número de plantas que produziram bulbos, e influenciou o desempenho produtivo. Já os autores subsequentes relataram que o resultado obtido ocorreu em função do vigor de heterose e da pureza das sementes dos híbridos utilizados no sistema orgânico.

Abreu et al. (2010) verificaram que a produção de matéria fresca no alface foi superior quando submetido ao cultivo orgânico. Segundo os autores, o esterco de galinha utilizado como adubo apresentou maior concentração de nitrogênio, nutriente responsável pelo desenvolvimento da planta. Estes resultados corroboram com os encontrados por Oliveira et al. (2010) que, em trabalho sobre cultivo consorciado entre alface e rúcula sob adubação orgânica e mineral, relataram que tanto o cultivo solteiro quanto o consorciado favoreceram o desempenho produtivo quando submetidos a adubação orgânica. Para os autores, a causa desse resultado está relacionada aos efeitos condicionadores dos adubos orgânicos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a capacidade do solo em armazenar nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas.

Em contrapartida, Carvalho et al. (2005) constataram aumento de cerca de 22% de produtividade comercial e total de raízes de cenoura no sistema convencional em comparação ao sistema orgânico. As hipóteses dos autores fundamentam-se na quantidade aplicada de fertilizantes químicos, aliado aos altos teores de cálcio, fósforo e potássio que já se encontravam no solo destinado ao cultivo convencional. Quanto ao desempenho inferior do sistema orgânico, os autores justificaram que à área utilizada para implantar o experimento apresentava-se em processo de construção da sua fertilidade. Desempenho semelhante foi obtido por Menezes Júnior et al. (2014), ao verificarem que a produtividade comercial de cebola em cultivo convencional foi superior ao orgânico.

Santos et al. (2015) em trabalho com cultivares de milho verde cultivados em ambos os sistemas, também verificaram maior produtividade dos genótipos no sistema convencional. Os autores relataram que este desempenho ocorreu em função do menor aporte de nitrogênio do sistema orgânico, e concluíram que o nível de nutrientes da área sob manejo

orgânico auxiliou para limitação da produtividade. Pimentel et al. (2005), também relataram menores produtividades de milho cultivados em sistema orgânico frente ao sistema convencional.

Carvalho et al. (2013) constataram que o desempenho produtivo da cenoura é dependente da adaptabilidade dos genótipos aos sistemas de produção. Dos oito genótipos que os autores avaliaram, quatro apresentaram produtividade estatisticamente semelhante, em ambos os sistemas, e os outros quatro apresentaram desempenho superior quando submetidos ao cultivo orgânico. Já Bajgai et al. (2013) relataram que os rendimentos de milho e couve foram equivalentes em ambos os sistemas de cultivo.

Para o feijão-vagem, os estudos restringem-se ao sistema de cultivo convencional, sem comparações com o sistema orgânico. Para o feijão-vagem arbustivo, em sistema convencional, Pinto, Vieira e Caldas (2001) e Pinto et al. (2001) observaram produtividades de 8,9 e 9,0 t ha⁻¹ para as cultivares Novirex e Turmalina; Oliveira et al. (2001) obtiveram produtividades médias que variaram de 9,4 a 17,6 t ha⁻¹. Em Anápolis-GO, a produtividade do feijão-vagem arbustivo em sistema convencional é de 5,0 t ha⁻¹ (AGÊNCIA RURAL, 2003). Sob cultivo orgânico, Vidal et al. (2007) relataram produtividade média de vagens, de seis genótipos arbustivos, em torno de 5,6 t ha⁻¹.

2.2.4 Sistemas de Produção e Qualidade Nutricional das Culturas

A qualidade nutricional de alimentos produzidos em sistemas de produção convencional e orgânico tem sido analisada na tentativa de se estabelecer um sistema que ofereça vegetais de maior valor nutritivo. No entanto, os resultados são divergentes e pouco conclusivos. Alguns estudos indicaram maior qualidade nutricional aos alimentos convencionais, enquanto outros atribuíram maior qualidade aos orgânicos, e ainda, alguns relataram que a qualidade nutricional independe do sistema de cultivo, e está mais relacionado à quantidade e a disponibilidade de nutrientes no solo.

López et al. (2007) constataram maiores teores de manganês em pimenta-doce convencional. Silva et al. (2011) observaram que o conteúdo de nitrato nas folhas da alface crespa foi superior no sistema convencional. Araújo et al. (2014) relataram que o sistema convencional foi superior ao orgânico em fornecer manganês para o tomate, e zinco e proteína para a alface. Zoran et al. (2014) verificaram que os teores de magnésio em frutos de tomate da cultivar Amati foram superiores no sistema convencional, e que os teores de zinco, ferro e cobre, independente da cultivar utilizada, também foram superiores no mesmo sistema.

Os mesmos autores também obtiveram frutos de tomate convencionais das cultivares Amati e Robin com maiores teores de licopeno e ácido ascórbico.

Em contrapartida, a superioridade na qualidade nutricional de vegetais orgânicos em relação aos convencionais foi constatada por diversos estudos. López et al. (2007) verificaram que os teores de ferro, cobre e cálcio foram superiores em pimenta-doce. Mitchell et al. (2007) reportaram superioridade dos compostos fenólicos quercitina e caempferol em tomate orgânico, em experimento conduzido durante dez anos, com frutos submetidos à ambos os sistemas de cultivo. Os autores atribuíram às respostas de incremento das substâncias nos frutos orgânicos, não somente ao aumento da matéria orgânica do solo, mas também à redução da aplicação de doses de esterco. Além disso, os autores verificaram que o conteúdo total de flavonóides nos frutos orgânicos foi elevado, embora não diferente estatisticamente do convencional. Benbrook et al. (2008), Rosseto et al. (2009) e Kelly et al. (2010) reportaram maiores teores de compostos fenólicos, carotenóides, flavonóides e ácido ascórbico em alimentos orgânicos.

Arbos et al. (2010) obtiveram maiores conteúdos de fenólicos totais e de atividade antioxidante para rúcula, alface e almeirão. Silva et al. (2011) verificaram maior atividade antioxidante em alface crespa. Koh et al. (2012) observaram maiores teores de ácido ascórbico e flavonóides em 27 variedades orgânicas de espinafre e Maggio et al. (2013) que obtiveram maior conteúdo de potássio em abobrinha e couve-flor orgânicos.

Araújo et al. (2014) em trabalho realizado com alface, pimenta e tomate obtidos na Ceasa-PE, constataram que o sistema orgânico foi superior ao convencional em fornecer zinco e proteína para pimenta, cobre e manganês para alface e pimenta, e potássio e magnésio para as três espécies. As hipóteses dos autores para explicar as variações nos teores de nutrientes foram atribuídas ao tipo de fertilizante utilizado, ao período de maturação das espécies, à época de colheita e aos diferentes métodos de irrigação. Conti et al. (2014), em experimento realizado para verificar diferenças de qualidade entre frutos de morango convencionais e orgânicos, observaram maior atividade antioxidante e maiores conteúdos de ácido ascórbico e beta-caroteno em morangos orgânicos.

Knap et al. (2014) em estudo realizado com várias hortaliças, verificaram que o sistema orgânico foi superior ao convencional na disponibilização de cálcio para manjeriço, salsa, pera, pimenta, rúcula e aipo; potássio para brócolis, berinjela, salsa, rúcula e aipo; fósforo para pimenta, rúcula, aipo, beterraba e tomate; e enxofre para salsa, rúcula, aipo e framboesa. Vrcek et al. (2014) ao analisarem o conteúdo mineral de farinha de trigo obtiveram que, no cultivo orgânico, houve aumento significativo da quantidade de potássio,

zinco e molibdênio, e redução dos teores de cálcio, manganês e ferro em relação ao convencional. Zoran et al. (2014) constataram maiores teores de fósforo, potássio, e cálcio para frutos orgânicos de tomate das cultivares Amati, Robin e Elpida, e maiores teores de magnésio em frutos orgânicos das cultivares Robin e Elpida.

Alguns estudos também mostraram que algumas características de qualidade nutricional de alguns vegetais tiveram desempenho semelhante em ambos os sistemas de cultivo. Fávaro-Trindade et al. (2007), observaram teores similares de antioxidantes em alface lisa convencional e orgânica. Rosseto et al. (2009) não constataram diferença significativa entre os sistemas de produção para fenólicos e atividade antioxidante totais em beterraba. Maggio et al. (2013) e Renaud et al. (2014), em couve e brócolis respectivamente, obtiveram resultados semelhantes aos de Rosseto et al. (2009). Conti et al. (2014) observaram que os diferentes sistemas de produção não afetaram o conteúdo de cálcio, magnésio, potássio, cobre, ferro e zinco em frutos de morango. Valverde et al. (2015) verificaram teores semelhantes de fenólicos totais e flavonóides em brócolis convencionais e orgânicos.

2.3 MINERAIS, PROTEÍNAS, ANTIOXIDANTES E COMPOSTOS FENÓLICOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

A busca por uma vida mais saudável tem feito com que a população busque uma alimentação mais equilibrada. Produtos vegetais como hortaliças, legumes, verduras e frutas estão cada vez mais presentes na mesa da população, pois são recomendados para a obtenção deste equilíbrio, uma vez que são fontes de elementos benéficos à saúde. Seu consumo está associado ao bom funcionamento do corpo e à manutenção da saúde, o que faz com que estejam cada vez mais presentes na mesa da população.

Os minerais desempenham funções específicas no organismo (FRANCO, 2004). De modo geral, são constituintes dos tecidos corpóreos, atuam como ativadores e reguladores enzimáticos e controlam os impulsos nervosos e o balanço ácido-base das reações do metabolismo (BECKER et al., 2014).

O cálcio é um dos elementos inorgânicos mais importantes. Sua funções principais estão relacionadas com a estruturação de ossos e dentes, ativação de algumas das reações da coagulação sanguínea como co-fator enzimático, ou liberação de energia necessária para a contração muscular (OLIVEIRA; MARCHINI, 1998). Benefícios para o sistema reprodutor também estão relacionados à ingestão do cálcio (BATTESTIN et al., 2002).

O magnésio atua fundamentalmente no metabolismo de carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos (OLIVEIRA; MARCHINI, 1998). Também têm a função de estabilizar as membranas de todas as células do organismo, além de realizar o transporte ativo de sódio e potássio na membrana celular (MENDES-FILHO et al., 2014).

O potássio é o principal cátion intracelular que, juntamente com o sódio, regulam o equilíbrio da água no organismo, o ritmo cardíaco, e atuam no funcionamento do sistema nervoso, dos órgãos dos sentidos e dos músculos (LANHAM-NEW et al., 2012). Também está relacionado ao metabolismo de carboidratos e proteínas (PEREIRA et al., 2003b) e, junto com o cálcio, à formação de ossos e dentes (ALMEIDA et al., 2002).

Segundo a revista Dossiê (2008) o fósforo exerce papel estrutural na célula, principalmente como constituinte da membrana celular, participa de muitas reações enzimáticas, e atua para a célula como fonte de energia sob a forma de ATP (adenosina trifosfato). Ainda segundo a revista, o cobre é um antioxidante, além de componente de diversas enzimas envolvidas na produção de energia celular, de melanina, e na formação de tecidos conectivos; enquanto o enxofre é constituinte de cartilagens e secreções mucosas, além de possuir funções energéticas, plásticas e de desintoxicação.

Zinco e manganês são reportados por Almeida et al. (2002) como ativadores essenciais de uma série de reações metabólicas catalisadas por enzimas, sendo assim, muito importantes para o crescimento e reprodução. Já o ferro atua na formação de enzimas responsáveis pela produção de energia, estimula o crescimento e proporciona resistência a enfermidades, além de ser o componente central da hemoglobina (GOLDHABER, 2003).

Assim como os minerais, as proteínas são essenciais para a dieta e os principais componentes estruturais e funcionais das células. Atuam como enzimas, transportadores de membranas responsáveis pelo movimento de moléculas pequenas e das de maior extensão para o interior das células, moléculas transportadoras de sangue, hormônios, dentre outras funções. Os aminoácidos que as constituem, são precursores de ácidos nucleicos, hormônios, vitaminas e outras moléculas (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2005). Além das suas funções biológicas conhecidas, destaca-se o seu efeito hipocolesteromizante, ou seja, as proteínas atuam como redutoras de colesterol no sangue (BORODIN et al., 2009).

Já antioxidantes e compostos fenólicos estão relacionados à saúde humana, principalmente devido à sua capacidade de neutralização de radicais livres. Também denominados espécies reativas de oxigênio (ERO), radical livre é todo átomo ou molécula que tem elétrons não pareados em sua camada externa, produzido naturalmente, que se multiplica

em cascata e que apresenta um período de viabilidade curto (OLSZEWER, 2008). Por serem extremamente reativos e instáveis, os radicais livres participam de reações nas membranas celulares com substâncias orgânicas e inorgânicas, proteínas, lipídeos, carboidratos (LEMOS, 2006). Seus danos às células são amplos, e destacam-se como relevantes no mecanismo de lesão celular, as reações de peroxidação lipídica das membranas, modificações oxidativas das proteínas, lesões no DNA e lesão de reperusão, em decorrência do aumento na síntese destes radicais no organismo (OLSZEWER, 2008).

As substâncias antioxidantes agem sobre os radicais livres impedindo seu ataque sobre lipídeos e aminoácidos, e sobre a dupla ligação poliinsaturada dos ácidos graxos e ainda, sobre as bases do DNA, e evita a formação de lesões e a perda da integridade celular (ABRAHÃO et al., 2010). Além de impedir sua ação, os antioxidantes também atuam no reparo das lesões causadas pelos radicais. Esse processo está relacionado com o reparo de danos na molécula de DNA e com a reconstituição das membranas celulares danificadas (LIMA et al., 2012).

Antioxidantes são substâncias formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais, compostos vegetais e enzimas, que bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres formados nas reações metabólicas ou por fatores exógenos contra o organismo. A geração de radicais livres, fisiológica ou não, é equilibrada pela ação dos antioxidantes endógenos e exógenos (OU et al., 2002).

Os exógenos são adquiridos na alimentação e promovem reações de regeneração que otimizam a proteção contra os radicais livres (SHAHIDI; HO, 2007). São muito diversos, nos quais as vitaminas C e E, os carotenóides, os flavonóides e os compostos fenólicos são os comumente encontrados nos vegetais (OU et al., 2002). Os mais abundantes nos alimentos são os compostos fenólicos (SHAHIDI; HO, 2007).

Considerados os antioxidantes de maior ingestão, os compostos fenólicos são substâncias características de alimentos de origem vegetal, como frutos, legumes e folhosas em geral. Os grupamentos fenólicos podem aceitar um elétron e formar radicais relativamente estáveis (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000). Assim, sua atividade antioxidante está relacionada às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem absorver e neutralizar radicais livres (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Aos compostos fenólicos também são atribuídos efeitos antibacterianos, antitrombóticos, vasodilatadores, anti-inflamatórios e anticarcinogênicos (GIBELLINI et al., 2011).

2.4 ÉPOCAS DE SEMEADURA

Tradicionalmente, as épocas de semeadura para o cultivo do *Phaseolus vulgaris* correspondem às safras das águas, da seca e de outono/inverno. No Paraná, a safra das águas ocorre de agosto a novembro; a safra da seca de dezembro a fevereiro (PARANÁ, 2015); enquanto a safra de outono-inverno ocorre de abril a junho, e concentra-se nas regiões Norte e Noroeste do Estado (PARANÁ, 2008). No entanto, pelos meses em que ocorrem as semeaduras, o feijão está presente no campo durante quase todo ano, e assim, houve a necessidade de uma nova nomenclatura para designar as épocas de semeadura, baseada nas datas de semeadura e colheita. Desta forma, denominaram-se os cultivos de primavera-verão, verão-outono, outono-inverno e inverno-primavera (ARAÚJO; FERREIRA, 2006).

As épocas de semeadura são caracterizadas por apresentarem condições climáticas distintas que, quando favoráveis, contribuem para o crescimento e desenvolvimento adequado da espécie; no entanto, quando desfavoráveis, podem limitar a produtividade do feijoeiro (SIMIDU et al., 2010).

Para os sistemas de produção, são raros os relatos na literatura que comparam o desempenho do feijão-vagem arbustivo em diferentes épocas de semeadura. Os estudos encontrados restringiram-se a Peixoto et al. (1997) e Vidal et al. (2007) que observaram que a produtividade do feijão-vagem arbustivo, tanto em sistema convencional quanto orgânico, foi favorecida no outono-inverno em comparação a primavera-verão, devido a menor pressão de pragas e menor estresse decorrente do calor.

Estudos demonstraram que a safra de outono-inverno favoreceu a produção e a qualidade de sementes de feijão comum, em relação à safra das águas e da seca, como os relatados por Caixeta, Vieira e Bartholo (1981), Chagas (1988) e Roston (1990). Arf, Sá e Guerreiro Neto (1993), em trabalho realizado com cultivo de feijão de grãos em maio, junho e julho, observaram a obtenção de maiores produtividades frente às outras épocas de semeadura. Teixeira et al. (2000), Paula Júnior et al. (2008), Martins et al. (2009) e Pereira et al. (2010) também observaram maiores produtividades do feijoeiro no cultivo de outono-inverno. Os autores atribuíram esse desempenho a menor dependência de fatores climáticos, principalmente em função da redução da temperatura e da menor incidência de pragas e doenças.

Quanto a superioridade produtiva do feijão na safra das águas, Ribeiro et al. (2004) verificaram esse desempenho em comparação a safra da seca e não em relação a safra de outono-inverno. Em contrapartida, em estudo sobre estabilidade de linhagens e cultivares

de feijão comum no Estado de São Paulo, Carbonell et al. (2007) relataram ambientes favoráveis para produção de grãos em todas as épocas de semeadura.

Os resultados apresentados demonstram as grandes variações na resposta produtiva do feijoeiro em função das condições climáticas aos quais são submetidos.

2.5 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS

O clima é um dos fatores mais importantes na produção agrícola, e decisivo na exploração das hortaliças (ARAÚJO, 2014). Os elementos climáticos afetam todos os estádios da cadeia produtiva, como a preparação do solo, semeadura, crescimento e desenvolvimento das lavouras, colheita, armazenagem, transporte e comercialização (OMETTO, 1981). O conhecimento de tais elementos auxilia no planejamento agrícola, visando obtenção de produtividade, rentabilidade e diminuição de perdas (PEREIRA et al., 2014).

Segundo Wutke et al. (2000), os elementos que influenciam o crescimento e desenvolvimento vegetal são a temperatura do ar e do solo, precipitação, radiação solar e o fotoperíodo. No entanto, para o feijoeiro, destacam-se a temperatura do ar e precipitação (PEREIRA et al., 2014). As características físico-químicas do solo também influenciam o desenvolvimento e devem ser levadas em consideração para o planejamento do cultivo (SILVA; STEINMETZ, 2003).

2.5.1 Exigência Térmica

A temperatura afeta o desenvolvimento do feijoeiro em diferentes estádios de desenvolvimento (BRASIL, 2015). Segundo Pereira et al. (2014), os estádios florescimento e frutificação, determinantes para o desempenho dos componentes de rendimento e da produtividade, são diretamente impactados pelas variações de temperatura, e também interfere no desenvolvimento das vagens.

Segundo Vieira, Paula Júnior e Borém (2006) a faixa térmica ideal para o cultivo da espécie encontra-se de 17,5 a 25° C. Em decorrência da diversidade térmica ao longo de todo território nacional, o cultivo do feijão é limitado em certas regiões, tanto pelas baixas temperaturas durante o inverno na Região Sul, quanto pelas altas temperaturas na Região Norte (SILVA; STEINMETZ, 2003).

De acordo com Aidar, Kluthcouski e Stone (2002), temperaturas diurnas e/ou noturnas elevadas, nos estádios R₅ ou R₆, ocasionam quedas acentuadas no rendimento, devido à redução do número de vagens por planta. Para Vieira, Paula Júnior e Borém (2006), em temperaturas elevadas, ocorre à abscisão dos órgãos reprodutivos, e, em temperaturas acima de 35° C, não há formação de vagens. Segundo Portes (1988), a abscisão dos órgãos reprodutivos está relacionada com o aumento da síntese de etileno. Para Mariot (2000), temperaturas elevadas no florescimento levam a esterilização do grão de pólen e contribuem para a produção do etileno e, conseqüentemente, para abscisão floral. Redução de ciclo, aumento na atividade respiratória, redução na taxa de assimilação de gás carbônico e aumento de biomassa também são ocasionados por temperaturas elevadas (SHONNARD; GEPTS, 1994). Altas temperaturas associadas à alta umidade relativa do ar aumentam a incidência de doenças durante as fases vegetativa e reprodutiva e interferem no rendimento final (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006).

Baixas temperaturas também afetam as fases vegetativa e reprodutiva do feijoeiro. Se ocorrerem após a sementeira, a germinação só ocorrerá em condições de temperatura adequada do solo, o que pode comprometer a emergência das plântulas, ocasionar redução do estande, e conseqüentemente da produtividade (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006). Quando ocorrem durante o crescimento vegetativo, reduzem a altura das plantas e ramos, com diminuição do número de vagens por planta (PORTES, 1996). Temperaturas inferiores a 15°C inviabilizam o funcionamento normal dos órgãos reprodutivos, e, quando se encontram entre 2 e 10° C, reduzem a produção de biomassa e retardam o desenvolvimento das plantas, devido às alterações metabólicas provocadas pelo esfriamento (FILGUEIRA, 2003). A espécie é intolerante à geada, em qualquer estágio de desenvolvimento (MARIOT, 2000). Em regiões tropicais de baixa altitude, a viabilidade do cultivo no inverno está relacionada à menor incidência de plantas daninhas, pragas e doenças (LIMA, 2002).

2.5.2 Exigência Hídrica

A água é o principal componente para o desenvolvimento de qualquer cultura, responsável por processos básicos como fotossíntese, translocação de nutrientes e fotoassimilados, respiração e transpiração (VIEIRA; PAULA JÚNIOR, BORÉM, 2006).

Estima-se que o consumo hídrico do feijão seja de 300 a 600 mm durante o seu ciclo, com consumo médio diário de 3 a 4 mm, e necessidade de disponibilidade hídrica

mensal de 100 mm (MARCO et al., 2012). No entanto, o requerimento de água é variável em função dos seus estádios de desenvolvimento (NÓBREGA et al., 2001). Segundo Matzenauer, Maluf e Bueno (1998), da germinação (V_0) até a emissão das folhas primárias (V_2), o feijão consome cerca de 30,0 mm de água, enquanto que, nos estádios entre V_2 a R_5 (pré-floração) e R_5 a R_8 (enchimento de vagens), o requerimento de água corresponde a 75,0 e 83,0 mm respectivamente.

O feijoeiro apresenta sensibilidade ao déficit e ao excesso de água no solo (ARAÚJO, 2014). Quando instalado entre a semeadura e a emissão do quarto trifólio, há prejuízo na germinação, na emergência e na sobrevivência das plantas, resultando em reduzido estande, e em menor rendimento (VIEIRA et al., 1998). Na fase vegetativa, a falta de água diminui o crescimento das plantas, reduz a área assimilatória, e afeta indiretamente a produção, em função do menor tamanho e número de vagens. Durante a floração, provoca abortamento e queda das estruturas reprodutivas, com redução do número de vagens por planta (GUIMARÃES, 1996). De acordo com Fancelli e Dourado Neto (1997), a fase do pré-florescimento é uma das mais críticas em relação à baixa disponibilidade de água no solo, pois o consumo de água pode ser superior $5,0 \text{ mm dia}^{-1}$ em condições de forte calor e reduzida umidade relativa do ar.

A deficiência hídrica é sentida quando a taxa de evapotranspiração é maior que a taxa de absorção de água pelas raízes. Como o feijoeiro apresenta uma grande porção do seu sistema radicular distribuído nas camadas mais superficiais do solo, pequenas estiagens ou longos intervalos entre as irrigações, podem reduzir o conteúdo de água nestas camadas, diminuindo ou impedindo a absorção de água pela cultura. O excesso de água do solo também pode trazer danos ao feijão. Esta condição pode ocorrer devido à drenagem deficiente ou excesso de irrigação, resultando na redução do oxigênio no solo e prejuízo à germinação, e ao desenvolvimento e estabelecimento do sistema radicular do feijoeiro. Além disso, aumenta a incidência de patógenos que afetam as raízes, reduzindo a sobrevivência das plantas. Quando ocorrente nas etapas de florescimento e frutificação, pode levar a redução de 48 a 68% na produção, em função de alterações fisiológicas causadas nas plantas, que, em consequência, aumenta a abscisão floral e diminui a taxa de retenção das vagens (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2006).

3 ARTIGO A

COMPONENTES DE PRODUÇÃO, RENDIMENTO E QUALIDADE NUTRICIONAL DO FEIJÃO-VAGEM ARBUSTIVO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

3.1 RESUMO

Resumo: Objetivou-se avaliar os componentes de produção, rendimento e qualidade nutricional do feijão-vagem arbustivo em sistemas de produção convencional e orgânico. Para o experimento de campo, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 6x2, correspondentes a seis genótipos e dois sistemas de produção, com três repetições. Os genótipos utilizados foram as cultivares comerciais Isla Manteiga Baixo[®], Isla Macarrão Baixo[®], Feltrin Vicenza Amarelo Baixo[®] e Feltrin Macarrão Napoli[®], além de UEL 1 e UEL 2 selecionados no programa de melhoramento da UEL. O desempenho produtivo foi avaliado por meio dos seguintes parâmetros: dias para florescimento, altura de planta, número médio de vagens por planta, peso médio de vagem, comprimento médio de vagem, diâmetro médio de vagem, e rendimento. Para o estudo da qualidade nutricional, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. A análise nutricional das vagens ocorreu por meio das seguintes determinações: teores de macro e micronutrientes; proteína bruta, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. A análise de variância dos dados de campo e laboratório foi conduzida aplicando-se o teste F, com comparação de médias realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O sistema convencional antecipou a antese e proporcionou maior número de vagens por planta. O sistema orgânico proporcionou maior altura de planta, e maior peso, comprimento e diâmetro médio de vagem. O rendimento do feijão-vagem arbustivo não foi afetado pelos sistemas de produção. O sistema convencional disponibilizou mais magnésio, cobre, manganês, potássio, fósforo, enxofre e zinco para as plantas e favoreceu a produção de proteína bruta e compostos fenólicos. O sistema orgânico disponibilizou mais cálcio e ferro para as plantas e favoreceu a atividade antioxidante. A qualidade nutricional das vagens foi superior no sistema convencional.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Produtividade de vagens. Sistemas de cultivo. Qualidade de vagens. Composição nutricional.

3.2 ABSTRACT

Abstract: This study aimed to evaluate the production components, yield and the nutritional quality of bushing snap bean in conventional and organic production systems. For the field experiment, the experimental design was the randomized complete block, in a factorial 6x2, corresponding to six genotypes and two production systems, with three replications. The genotypes used were the commercial cultivars Isla Manteiga Baixo[®], Isla Macarrão Baixo[®], Feltrin Vicenza Amarelo Baixo[®] and Feltrin Macarrão Napoli[®], besides UEL 1 and UEL 2 selected in the breeding program at UEL. The productive performance was evaluated using the following parameters: days to flowering, plant height, medium number of pods per plant, pod medium weight, pod medium length, average pod medium diameter, and yield. To study of nutritional quality, the experimental design was completely randomized, with three replicates for each sample ground. The nutritional analysis of the pods occurred through the following determinations: contents of calcium, magnesium, potassium, phosphorus, sulfur, iron, copper, zinc and manganese; crude protein, total phenolic compounds and antioxidant activity. Variance analysis of field and laboratory data was conducted by applying the F test, with mean comparison performed by Tukey test ($p < 0.05$). The conventional system anticipated anthesis, provided higher number of pods per plant. The organic system provided higher plant height, and higher average weight, length and diameter pod. The yield of bushing snap bean was not affected by production systems. The conventional system provided more magnesium, copper, manganese, potassium, phosphorus, sulfur and zinc to plants and favored the production of crude protein and phenolic compounds. The organic system provided more calcium and iron to plants and favored the antioxidant activity. The nutritional quality of the pods was higher in the conventional system.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Pod yield. Growing systems. Pod quality. Nutritional composition.

3.3 INTRODUÇÃO

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das hortaliças mais importantes do mundo, e caracteriza-se pelo consumo de vagens frescas, relativamente ricas em vitaminas, minerais e antioxidantes (ABU-REIDAH et al., 2013). A China é a maior produtora mundial de vagem, com cerca de 20 milhões de toneladas geradas por ano (FAO, 2013). No Brasil, os dados de produção da olerícola são incipientes. Em termos econômicos, de acordo com o último registro, o volume de vagens comercializadas no país gerou aproximadamente 150 milhões de reais aos produtores (ABCSEM, 2011). O feijão-vagem também tem importância social no país, principalmente para a agricultura familiar, pois cerca de 60% da produção nacional da hortaliça está concentrada em pequenas propriedades (MELO, 2006). No Paraná, 61% das 20 mil toneladas produzidas no Estado são provenientes da agricultura familiar, com a utilização de cultivares de crescimento determinado ou indeterminado (PARANÁ, 2013).

Cultivares de crescimento determinado ou arbustivo apresentam vantagens em relação às indeterminadas como dispensa de tutoramento e menor ciclo, o que possibilita um maior número de colheitas por ano (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1986). Outras vantagens são o florescimento e produção concentrados em um breve período de tempo, o que facilita o manejo e os tratos culturais, e possibilita a realização de uma única colheita (PEIXOTO et al., 1997; FILGUEIRA, 2003).

As pesquisas realizadas no Brasil, em sua grande maioria, avaliaram o feijão-vagem determinado em sistemas convencionais de produção (PEIXOTO et al., 1997; ATHANÁZIO et al., 1998; PINTO et al., 2001; MOREIRA et al., 2009). Esses sistemas são baseados na utilização intensa de fertilizantes e defensivos químicos, que, em curto prazo, aumentam a produtividade (SOUZA, 2005). No entanto, apresentam limitações, como forte dependência de insumos industrializados, e impacto negativo ao ser humano e o meio ambiente (VIDAL et al., 2007). A avaliação do feijão-vagem em diferentes sistemas de cultivo constitui uma alternativa a estas limitações, e é importante quando se deseja comparar e identificar vantagens de um sistema em relação ao outro, principalmente em termos de rendimento e qualidade do produto final. Por apresentarem características específicas, sistemas de cultivo distintos influenciam as culturas de modo diferenciado.

Deste modo, a agricultura orgânica tem crescido no país, especialmente pela demanda do consumidor por alimentos mais saudáveis, aliada a crescente constatação dos danos ambientais da agricultura convencional (VIDAL et al., 2007). Esse tipo de cultivo é pautado na estabilidade ecológica do ambiente, por meio de práticas como reciclagem da matéria orgânica e utilização dos recursos naturais de produção (ALTIEIRI; NICHOLS, 1999). O aproveitamento da mão-de-obra familiar e o maior valor comercial dos produtos orgânicos também contribuem para a viabilidade do sistema (RESENDE et al., 2010).

Diversos estudos compararam o desempenho de hortaliças em sistemas de produção convencional e orgânico. Abreu et al. (2010), Oliveira et al. (2010) e Resende et al. (2010) verificaram que a produção de alface, alface e rúcula e cebola, respectivamente, foram superiores quando submetidos ao sistema orgânico. Em contrapartida, Carvalho et al. (2013), Menezes Júnior et al. (2014) e Santos et al. (2015) verificaram que o sistema convencional foi superior ao orgânico no aumento da produção de cenoura, cebola e milho-verde, respectivamente. Já Bajgai et al. (2013) relataram que os rendimentos de milho e couve foram semelhantes em ambos os sistemas de produção.

Deste modo, quando a finalidade é a produção de um alimento que atenda a sua exigência nutricional, se faz necessária à avaliação da qualidade nutricional das vagem.

Alguns estudos indicaram superioridade do sistema convencional no fornecimento de manganês para tomate, e zinco e proteína para alface (ARAÚJO et al., 2014) e no fornecimento de magnésio, zinco, ferro e cobre em tomate (ZORAN et al., 2014). Outros verificaram superioridade do sistema orgânico, como Arbos et al. (2010) nos conteúdos de fenólicos totais e atividade antioxidante em rúcula, alface e almeirão; Maggio et al. (2013) no fornecimento de potássio em abobrinha e couve-flor; Knap et al. (2014) no fornecimento de cálcio, potássio e enxofre para diversas espécies de hortaliças. Ainda, alguns estudos evidenciaram que a qualidade nutricional dos alimentos independe do sistema de cultivo, como os relatados por Conti et al. (2014) no fornecimento de diversos nutrientes em morango e Valverde et al. (2015) nos teores de fenólicos totais e flavonóides em brócolis.

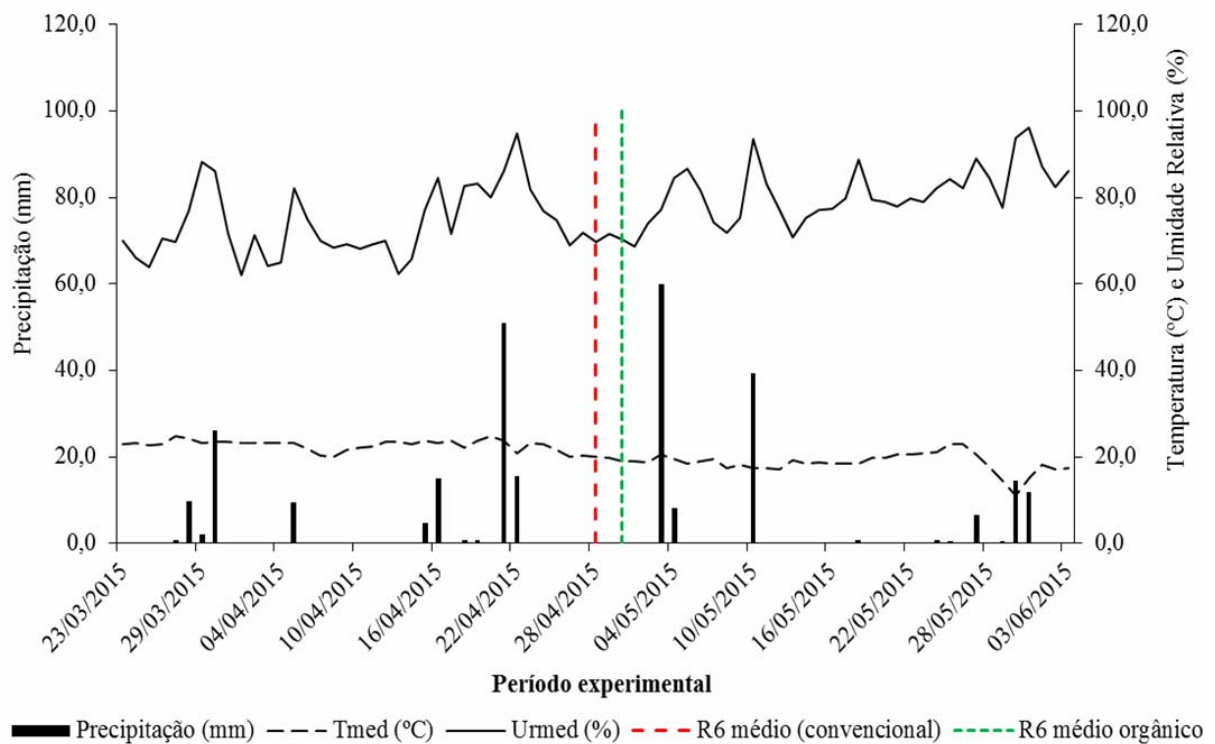
Atualmente, não existem relatos disponíveis que comparam o rendimento e a qualidade nutricional do feijão-vagem arbustivo em diferentes sistemas de produção, independente da época de semeadura. Deste modo, objetivou-se avaliar os componentes de produção, rendimento e a qualidade nutricional do feijão-vagem arbustivo em sistemas de produção convencional e orgânico.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Experimento de Campo

Os genótipos de feijão-vagem arbustivo foram avaliados em sistemas de produção convencional e orgânico, na safra de outono-inverno do ano de 2015. A semeadura foi realizada no dia 23/03 e a colheita, no dia 03/06. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Estado do Paraná, em LATOSSOLO VERMELHO distroférico localizado nas coordenadas geográficas de 23° 23' S, 51° 11' W e altitude de 566 m. O clima da região é do tipo Cfa, descrito como subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, segundo classificação de Koppen. As temperaturas médias, máxima e mínima, são 27,0 e 16,0 °C respectivamente, com médias anuais de precipitação entre 1.400 e 1.600 mm (CAVIGLIONE et al., 2000). Os dados de precipitação, temperatura média e umidade relativa média, referentes ao período experimental, estão apresentados na Figura 3.1.

Figura 3.1 - Precipitação, temperatura média e umidade relativa média dos experimentos conduzidos no outono-inverno. Londrina, 2015.



Foram avaliados seis genótipos, correspondentes às cultivares comerciais Isla Manteiga Baixo[®], Isla Macarrão Baixo[®], Feltrin Vicenza Amarelo Baixo[®] e Feltrin Macarrão Napoli[®], além de UEL 1 e UEL 2 selecionados no programa de melhoramento da UEL, todos com produção de vagens tipo macarrão.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 6x2, correspondentes a seis genótipos e dois sistemas de produção, com três repetições. As características químicas dos solos, determinadas antes da instalação dos experimentos, na camada 0-20 cm, estão apresentadas na Tabela 3.4.1.2.

Tabela 3.1 - Análise química dos solos. Londrina, 2015.

Sistemas de Produção	pH ³	M. O ⁴	$\frac{H^+ + Al^{3+}}{Ca^{2+} \quad Mg^{2+}}$			K ⁺	P (mg dm ⁻³)	V (%)
			(cmol _c dm ⁻³)					
Conv ¹	5,40	32,20	5,35	5,50	0,40	0,33	2,18	53,80
Org ²	5,80	41,60	4,61	6,70	2,40	0,87	5,78	68,38

¹Convencional; ²Orgânico; ³CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹; ⁴Matéria Orgânica.

Com base nas características químicas dos solos, a adubação mineral básica no sulco de semeadura, bem como a adubação mineral de cobertura, realizada aos 15 dias após a emergência dos genótipos no sistema convencional, ocorreram conforme as recomendações para o feijão no Estado do Paraná, segundo Parra (2003).

O formulado para a adubação de base foi o 10-30-10, enquanto a uréia serviu de fonte para a adubação de cobertura. No sistema orgânico, foi realizada a incorporação de 3 kg m² de composto, equivalente a 30 t ha⁻¹, sendo dois terços incorporados no preparo do solo, aos 15 dias antes da semeadura, e o restante em cobertura, 15 dias após. O composto utilizado foi produzido a partir de material vegetal e animal. A área destinada ao cultivo orgânico foi convertida a mais de três anos, na qual, anualmente, realiza-se a semeadura e incorporação de adubos verdes, e durante um período do ano, mantêm-se a área em pousio.

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se 10 sementes por metro linear. As parcelas experimentais constituíram-se de duas linhas de dois metros de comprimento, espaçadas 45 cm. Entre plantas, o espaçamento foi de 20 cm. Após 15 dias, procedeu-se o desbaste, mantendo-se 20 plantas por parcela. Ao redor dos experimentos em ambos os sistemas de produção, foram semeadas duas linhas contínuas de Isla Manteiga Baixo[®], para utilização como bordadura. Utilizou-se irrigação por aspersão em ambos os sistemas de cultivo.

No sistema convencional, o manejo fitossanitário consistiu do controle de plantas daninhas aos 21 dias da semeadura, com a aplicação de 3,0 g ha⁻¹ de bentazona e 0,14 g ha⁻¹ de imaxamoxi; do controle de formigas cortadeiras, com aplicação de 10 g m² de isca à base de fipronil e do controle de vaquinha (*Diabrotica speciosa* (Germ.)), mosca branca (*Bemisia tabaci* (Genn.)) e lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)), com aplicações de 0,5 g ha⁻¹ de imidacloprido e 0,06 g ha⁻¹ de beta-ciflutrina, aos 30 e 37 dias da semeadura. Não houve necessidade do controle de doenças. Enquanto que, no sistema orgânico, realizou-se o controle cultural das plantas daninhas, por meio da colocação de palha nas linhas e entrelinhas de semeadura. Para o controle de pragas, foi realizada uma única aplicação de calda de cebola a 1% (ARAÚJO, 2006), antes do florescimento.

Foram realizadas as seguintes avaliações: a) dias para florescimento (DPF): contados da semeadura até o estágio de florescimento, quando 50% das parcelas apresentavam ao menos uma flor aberta; b) altura de planta (ALTP): determinada pela distância do nível do solo ao ápice da haste principal de 10 plantas por parcela, com auxílio de uma trena, e expressa em centímetros; c) número médio de vagens por planta (NMVP): obtido

pela razão entre o número de vagens e o número de plantas por parcela; d) peso médio de vagem (PMV): calculado pela razão entre o peso de vagens e o número de vagens por parcela, e expresso em gramas; e) comprimento médio de vagem (CMV): obtido pela média do comprimento longitudinal de 10 vagens por parcela, com o auxílio de uma régua, e expresso em centímetros; f) diâmetro médio de vagem (DMV): determinado pela média do diâmetro na porção mediana de 10 vagens por parcela, com auxílio de um paquímetro, e expresso em centímetros; g) rendimento (REND): determinado pela pesagem das vagens em cada parcela, e os dados transformados e expressos em $t\ ha^{-1}$. Adotou-se como comerciais vagens superiores a 10 centímetros de comprimento.

3.4.2 Qualidade Nutricional

Após a colheita, amostras de vagens convencionais e orgânicas de cada genótipo foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Tecidos Vegetais da UEL, e secas em estufa com circulação forçada de ar a 50° C, até obtenção de massa constante. Após a secagem, procedeu-se a moagem das amostras em moinho tipo Willey, em peneira de dois milímetros. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram realizadas as seguintes determinações:

a) Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn em espectrofotômetro de absorção atômica; P em espectrômetro de ultravioleta visível; e K em fotômetro de chama. Os teores dos macronutrientes foram expressos em $g\ kg^{-1}$ de tecido e o dos micronutrientes em $mg\ kg^{-1}$ de tecido.

b) Teor de proteína bruta: pela decomposição das proteínas e outros compostos nitrogenados na presença de H_2SO_4 concentrado a quente, segundo método de Kjeldahl. Após a digestão da amostra com sulfato de cobre, sulfato de potássio e ácido sulfúrico, foi realizada destilação e posterior titulação com ácido clorídrico, para determinação do nitrogênio total da amostra em solução. O valor de N total foi multiplicado pelo fator de conversão em proteína bruta de 6,25, e expressos em porcentagem (AOAC, 1995).

c) Fenólicos totais: segundo a metodologia de Swain e Hillis (1959), utilizando o ácido gálico como composto fenólico padrão. Em um tubo de ensaio, adicionou-se 0,1 g de amostra e cinco ml de metanol 80%. Os tubos foram levados para agitação durante 30 minutos e, em seguida, para centrifugação a 2500 rpm por cinco minutos. Em um segundo tubo de ensaio, transferiu-se 0,5 ml do sobrenadante e, a ele, adicionados 0,5 ml do reagente

Folin-Ciocalteu e 0,5 ml de Na_2CO_3 10%. Os tubos permaneceram em repouso durante 30 minutos ao abrigo da luz, e em seguida, procederam-se as mensurações das absorvâncias em função da concentração de ácido gálico das amostras, em espectrofotômetro de ultravioleta visível Thermo Scientific[®], modelo Biomate 3, a 760 nm, e os resultados expressos em mg de equivalente em ácido gálico (EAG) por grama de amostra.

d) Atividade antioxidante: de acordo com a metodologia de Rufino et al. (2007), baseada na captura do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH 60 μM) por antioxidantes. Em um tubo de ensaio, foi transferido 0,1 ml do mesmo sobrenadante centrifugado para a determinação dos fenólicos totais, e, posteriormente, adicionou-se 3,9 ml do radical DPPH 0,06 mM. A solução foi homogeneizada e mantida ao abrigo da luz por 30 minutos. Posteriormente, procedeu-se as mensurações das absorvâncias em função da concentração de DPPH das amostras, em espectrofotômetro de ultravioleta visível Thermo Scientific[®], modelo Biomate 3, a 515 nm, e os resultados expressos em mg de DPPH por grama de amostra.

Para os dados de campo e laboratório, a análise de variância foi conduzida aplicando-se o teste F, com comparação de médias realizada pelo teste de Tukey, a 5%.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Desempenho Produtivo

Para peso, comprimento e diâmetro médio de vagem foram constatados efeitos significativos de genótipo e sistema de produção. Para altura de planta, apenas o sistema de produção foi significativo. A interação entre genótipo e sistema de produção foi significativa para as variáveis dias para florescimento e número médio de vagens por planta. Não houve significância dos fatores isolados, e das suas interações, para o rendimento de vagens (Tabela 3.2).

Neste estudo, os coeficientes de variação obtidos variaram de 1,81 a 25,25%. Estes valores estão de acordo com os reportados por Vidal et al. (2007), Moreira et al. (2009) e Ramírez et al. (2012) e indicaram boa precisão experimental.

No sistema convencional, os genótipos mais precoces foram UEL 2, Isla Macarrão Baixo e Feltrin Macarrão Napoli, com períodos, respectivamente, de 34, 35,33 e 35,66 dias para o início da antese. No orgânico, Isla Manteiga Baixo, UEL 2, Isla Macarrão Baixo, UEL 1 e Feltrin Macarrão Napoli foram os mais precoces. Em geral, quando

submetidos ao sistema orgânico, os genótipos tiveram seu florescimento atrasado, com início no 38º dia e estendendo-se até o 40º dia, com exceção de UEL 1, no qual verificou-se média superior de florescimento no sistema convencional, e de Isla Manteiga Baixo em que, na comparação entre os sistemas, não foi constatada diferença estatística (Tabela 3.3). Vidal et al. (2007) reportaram início do florescimento em feijão-vagem arbustivo sob cultivo orgânico, no outono-inverno, entre 46 e 47 dias após a semeadura.

Tabela 3.2 - Análise de variância das variáveis dias para florescimento (DPF), altura de planta (ALTP), número médio de vagens por planta (NMVP), peso médio de vagem (PMV), comprimento médio de vagem (CMV), diâmetro médio de vagem (DMV) e rendimento (REND) dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.

Fontes de variação	G. L.	DPF	ALTP	NMVP	PMV	CMV	DMV	REND
Bloco	2	0,52	1,97	83,06	0,70	1,05	0,00	33,11
Genótipo (G)	5	8,51**	13,06 ^{ns}	7,59 ^{ns}	1,62**	1,58**	0,06**	2,09 ^{ns}
Sistema de Produção (SP)	1	49,00**	754,05**	13,35 ^{ns}	17,79**	10,00**	0,05**	10,25 ^{ns}
G x SP	5	10,66**	13,88 ^{ns}	23,96*	0,25 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,70 ^{ns}
Resíduo	22	0,46	16,70	6,51	0,15	0,35	0,00	2,72
Média Geral		37,77	33,69	12,31	4,78	13,47	0,87	6,53
CV (%)		1,81	12,13	20,73	8,14	4,41	3,73	25,25

*Significativo a 5%; **Significativo a 1%; ^{ns}Não significativo.

Fonte: O autor.

Entre genótipos, a variação no padrão de florescimento é decorrente da característica genética. Entre sistemas de produção, é possível que a disponibilização de nutrientes solúveis em quantidade elevada possa ter causado algum desequilíbrio nutricional na planta, e, conseqüentemente, um estresse, o que levou a antecipação do florescimento da maioria dos genótipos no sistema convencional (CHABOUSSOU, 1999). As maiores médias de dias para florescimento no sistema orgânico podem ser atribuídas à propriedade quelatizante da matéria orgânica, que promove a liberação gradual dos nutrientes e torna o ambiente mais adequado para o desenvolvimento das plantas, com conseqüente aumento no período de início da antese (CARVALHO et al., 2005). No solo destinado ao cultivo orgânico, a quantidade de matéria orgânica foi superior ao convencional (Tabela 3.1).

Quanto ao número médio de vagens por planta (Tabela 3.3), não houve diferença estatística entre os genótipos no sistema convencional, enquanto que, no sistema orgânico, constatou-se diferença apenas entre Feltrin Macarrão Napoli e Isla Manteiga Baixo,

com médias, respectivamente, de 14,44 e 7,74 vagens por planta. Na comparação dos genótipos entre os sistemas de produção, houve diferença apenas para Isla Manteiga Baixo e UEL 1, no qual o desempenho da variável foi superior no sistema convencional. No entanto, as médias gerais da variável foram semelhantes em ambos os sistemas de produção.

Tabela 3.3 - Comparação de médias da interação entre os fatores genótipo e sistema de produção para dias para florescimento (DPF) e número médio de vagens por planta (NMVP) dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.

Genótipos	DPF		NMVP	
	Conv	Org	Conv	Org
Isla Manteiga Baixo	38 cA	39 abA	14,07 aA	7,74 bB
Feltrin Vicenza Amarelo Baixo	36 bA	40,66 bB	12,27 aA	13,73 abA
UEL 2	34 aA	38,66 aB	11,39 aA	10,94 abA
Isla Macarrão Baixo	35,33 abA	38,66 aB	12,92 aA	12,15 abA
UEL 1	40,66 dB	38,33 aA	16,57 aA	11,21 abB
Feltrin Macarrão Napoli	35,66 abA	38,33 aB	10,31 aA	14,44 aA
Média Geral	36,61 A	38,94 B	12,94 A	11,71 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Conv - Convencional; Org - Orgânico.

Fonte: O autor.

É possível que a variação dos genótipos na produção de vagens por planta dentro, e entre os sistemas de cultivo, esteja relacionada com a sua habilidade na absorção de nutrientes disponíveis. Para o feijão-vagem arbustivo, Moreira et al. (2009) encontraram número de vagens por planta inferior as médias deste estudo, em cultivo convencional, situando-se entre 2,2 a 7,1 vagens por planta. Já Vidal et al. (2007) relataram em sistema orgânico no outono-inverno, médias de vagens por planta entre 9,5 a 14,1, semelhantes as obtidas neste estudo.

Os valores de altura de planta, peso, comprimento e diâmetro médio de vagem foram superiores no sistema orgânico. A exceção da altura de planta, em que não houve diferença entre os materiais, Isla Manteiga Baixo (5,55 g), UEL 2 (4,95 g) e Isla Macarrão Baixo (4,90 g) apresentaram os maiores pesos médios por unidade de vagem. Para o comprimento médio de vagem, Isla Manteiga Baixo (14,46 cm) e Isla Macarrão Baixo (13,46 cm) apresentaram médias superiores as dos demais genótipos. Com relação ao diâmetro médio de vagem, Isla Manteiga Baixo, com média de 1,01 cm, apresentou o maior valor para a variável entre os genótipos (Tabela 3.4).

Os valores de peso médio de vagem encontrados estão abaixo dos obtidos por Vidal et al. (2007) em cultivo orgânico. No entanto, deve-se ressaltar que o ambiente e os genótipos avaliados pelos autores não foram os mesmos deste estudo, e as diferenças de peso certamente estão relacionadas à associação dos efeitos genético e ambiental, o que reflete em diferentes períodos de tempo para que os genótipos atinjam o ponto de colheita. Não foram encontradas informações na literatura sobre o peso médio de vagem em sistema convencional. Independente do sistema de cultivo, os valores de comprimento e diâmetro médio de vagem encontram-se dentro dos limites reportados por Moreira et al. (2009), em cultivo convencional, que foram de 10,8 a 17,1 cm para o comprimento, e de 0,72 a 1,63 cm para o diâmetro. Em cultivo orgânico, não foram encontradas informações sobre o desempenho das variáveis.

Tabela 3.4 - Altura de planta (ALTP), peso médio de vagem (PMV), comprimento médio de vagem (CMV) e diâmetro médio de vagem (DMV) em função dos genótipos e sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.

Genótipos	ALTP (cm)	PMV (g)	CMV (cm)	DMV (cm)
Isla Manteiga Baixo	35,66 a	5,55 a	14,46 a	1,01 a
Feltrin Vicenza Amarelo Baixo	32,36 a	4,58 bc	13,37 b	0,79 c
UEL 2	35,38 a	4,95 ab	12,97 b	0,91 b
Isla Macarrão Baixo	33,38 a	4,90 ab	13,46 ab	0,89 b
UEL 1	32,35 a	4,74 b	13,20 b	0,92 b
Feltrin Macarrão Napoli	33,02 a	3,96 c	13,39 b	0,70 d
Sistemas de Produção	ALTP (cm)	PMV (g)	CMV (cm)	DMV (cm)
Convencional	29,12 b	4,08 b	12,95 b	0,83 b
Orgânico	38,27 a	5,48 a	14,00 a	0,91 a
Média Geral	33,69	4,78	13,47	0,87

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: O autor.

A análise dos componentes de produção entre os sistemas de cultivo permite o estabelecimento de uma relação inversa entre as variáveis. No sistema convencional, o número médio de vagens por planta foi superior, enquanto a altura, peso, comprimento e diâmetro médio de vagem foram inferiores. Já no sistema orgânico, o número médio de vagens por planta foi inferior, enquanto altura, peso, comprimento e diâmetro foram superiores.

Em ambos os sistemas sugere-se mudança na relação fonte/dreno. No sistema convencional, na medida em que plantas priorizaram a formação de vagens,

reduziram a distribuição dos fotoassimilados para seu crescimento e para as vagens já formadas, com conseqüente redução da sua altura e do desenvolvimento das suas vagens. Estes resultados estão de acordo com Andriolo e Falcão (2000) que relataram, em melancia, que a competição dos drenos por nutrientes interferiu na produção e translocação de fotoassimilados e, conseqüentemente, reduziu o crescimento das plantas. Já no sistema orgânico, as plantas utilizaram suas reservas para crescerem e para nutrição das suas vagens, o que resultou em maior peso, comprimento e diâmetro dos legumes. Neste caso, a formação de novas vagens foi reduzida. Esse ajuste entre suprimento e demanda de fotoassimilados em feijão, foi relatado por Binnie e Clifford (1999). Pereira et al. (2003a) trabalhando com feijão-vagem arbustivo, verificaram efeito compensatório no peso médio em área com menos vagens por metro quadrado.

Alterações na taxa de absorção de nutrientes podem ter mudado a relação fonte-dreno. No sistema convencional, uma absorção elevada no início do ciclo, em função da rápida liberação de nutrientes da fertilização mineral, e a redução posterior da sua disponibilidade, causou um distúrbio nutricional nas plantas (CARVALHO et al., 2005), que, com o objetivo de garantir a sua propagação, aumentou a formação de vagens. Já no sistema orgânico, a relação fonte/dreno foi alterada pela lenta disponibilização de nutrientes do composto orgânico ao longo do ciclo das plantas. A maior quantidade de matéria orgânica do solo contribuiu para a disponibilização gradual de nutrientes do sistema. Desta forma, com uma absorção mais equilibrada, as plantas priorizaram o desenvolvimento das vagens já estabelecidas em detrimento à formação de novas vagens.

Quanto ao rendimento de vagens, a ausência de significância para os fatores isolados, e para sua interação, evidencia que o desempenho da variável foi semelhante em ambos os sistemas de cultivo, e assim, demonstra a viabilidade do sistema orgânico como alternativa para o cultivo do feijão-vagem arbustivo no outono-inverno. Nos experimentos, a temperatura não foi limitante para o rendimento de vagens, pois se encontrou dentro da faixa de 17 a 25° C, ideal para o cultivo do *Phaseolus vulgaris* L. (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

3.5.2 Qualidade Nutricional

Efeitos significativos de genótipo e sistema de produção foram verificados para os teores de fósforo e zinco. Para os teores de cálcio, potássio e enxofre, e para a atividade antioxidante, verificou-se somente efeito significativo do sistema de produção. Foi constatada interação significativa entre genótipo e sistema de produção para os teores de

magnésio, ferro, cobre e manganês, bem como para os teores de proteína bruta e fenólicos totais (Tabela 3.5). Neste estudo, os coeficientes de variação para as características nutricionais variaram de 3,72 a 27,80%. Estes são dados iniciais para a cultura, pois não foram encontrados relatos na literatura sobre a qualidade nutricional do feijão-vagem arbustivo em diferentes sistemas de cultivo.

Embora constatada significância de genótipo para os teores de fósforo, não houve a formação de grupos entre eles. Os teores do nutriente se situaram entre 2,49 (Isla Macarrão Baixo) a 3,24 g kg⁻¹ (Feltrin Macarrão Napoli). Entre os sistemas de produção, o sistema convencional foi superior no fornecimento do nutriente, e proporcionou aos genótipos, em média, 3,74 g kg⁻¹ de fósforo, contra 1,84 g kg⁻¹ do sistema orgânico (Tabela 3.6). Estes resultados estão de acordo com os descritos por Knap et al. (2014) que encontraram maiores teores de fósforo em sistema convencional para maçã, manjeriço, brócolis, cenoura, cereja, tomate cereja, pepino, berinjela, salsa e pêra. A maior disponibilidade do fósforo na fertilização mineral proporcionou maior absorção do nutriente pelas plantas. Segundo Araújo e Machado (2006), as formas orgânicas de fósforo não são prontamente disponíveis, pois dependem da mineralização e da ação microbiana. Como o sistema orgânico apresentou mais matéria orgânica (Tabela 3.1), a disponibilidade e a absorção do fósforo pelas plantas foram reduzidas.

Os maiores teores de zinco foram constatados em Isla Manteiga Baixo, Feltrin Vicenza Amarelo Baixo e UEL 2. O sistema convencional foi mais eficiente em disponibilizar o nutriente para as plantas (Tabela 3.6). Araújo et al. (2014) também reportaram maiores de teores de zinco em alface convencional. Segundo Dechen e Nachtigall (2006), o zinco pode ser complexado pela matéria orgânica do solo e, assim, se tornar indisponível. Isto pode explicar a inferioridade do sistema orgânico em suprir o micronutriente para as plantas, considerando que seu solo apresentava mais matéria orgânica (Tabela 3.1).

Tabela 3.5 - Análise de variância das variáveis teores de macro e micronutrientes, teor de proteína bruta, fenólicos totais e atividade antioxidante dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.

Fontes de variação	G. L.	Macronutrientes					Micronutrientes				Teor de Proteína Bruta	Fenólicos Totais	Atividade Antioxidante
		Ca	K	P	S	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn			
Quadrado Médio													
Genótipo (G)	5	1,17 ^{ns}	55,34 ^{ns}	0,54*	0,19 ^{ns}	0,20**	50,20**	103679,00**	17,94**	1327,20**	7,56**	1484,00**	0,41 ^{ns}
Sistema de Produção (SP)	1	9,93**	353,37**	31,42**	10,77**	0,70**	4444,40**	314945,00**	26,96**	3612,00**	331,35**	34896,00**	2,59*
G x SP	5	1,41 ^{ns}	11,42 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,06**	19,70 ^{ns}	92225,00**	8,52*	252,50**	5,68**	4304,00**	0,26 ^{ns}
Resíduo	24	0,55	32,88	0,17	0,07	0,00	11,60	998,00	2,84	9,70	1,15	210,00	0,42
Média Geral		6,60	27,85	2,75	2,11	2,43	40,71	451,43	6,08	83,7	15,67	151,79	2,12
CV (%)		11,33	20,59	15,09	13,16	3,98	8,36	7,00	27,80	3,72	6,84	9,54	27,19

*Significativo a 5%; **Significativo a 1%; ^{ns}Não significativo.

Fonte: O autor.

Tabela 3.6 - Teores de macro e micronutrientes em função dos genótipos e sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.

Genótipos	Macronutrientes				Micronutrientes
	Ca	K	P	S	Zn
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹
Isla Manteiga Baixo	6,30 a	29,10 a	2,77 a	1,95 a	45,96 a
Feltrin Vicenza Amarelo Baixo	6,51 a	29,86 a	2,81 a	2,00 a	41,70 ab
UEL 2	6,51 a	24,57 a	2,66 a	2,11 a	40,45 ab
Isla Macarrão Baixo	6,43 a	25,83 a	2,49 a	2,07 a	38,50 b
UEL 1	6,35 a	25,41 a	2,70 a	2,04 a	39,65 b
Feltrin Macarrão Napoli	7,48 a	32,29 a	3,24 a	2,45 a	38,03 b
Sistemas de Produção	Ca	K	P	S	Zn
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹
Convencional	6,07 b	30,98 a	3,74 a	2,65 a	51,82 a
Orgânico	7,12 a	24,71 b	1,84 b	1,56 b	29,60 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: O autor.

O sistema orgânico foi mais eficiente no fornecimento de cálcio para as plantas (Tabela 3.6), corroborando com os resultados obtidos por Knap et al. (2014) em brócolis, pepino, maçã, beterraba, cereja, berinjela, framboesa e tomate. Segundo Vitti et al. (2006), o cálcio consegue permanecer na forma trocável quando aderido as superfícies de carga negativa da matéria orgânica. Deste modo, o solo do cultivo orgânico, que apresentou maior conteúdo de matéria orgânica (Tabela 3.1), aumentou sua superfície de retenção e disponibilização, e o forneceu de modo mais eficiente para as plantas. O maior de conteúdo de cálcio no solo do sistema também favoreceu a sua absorção.

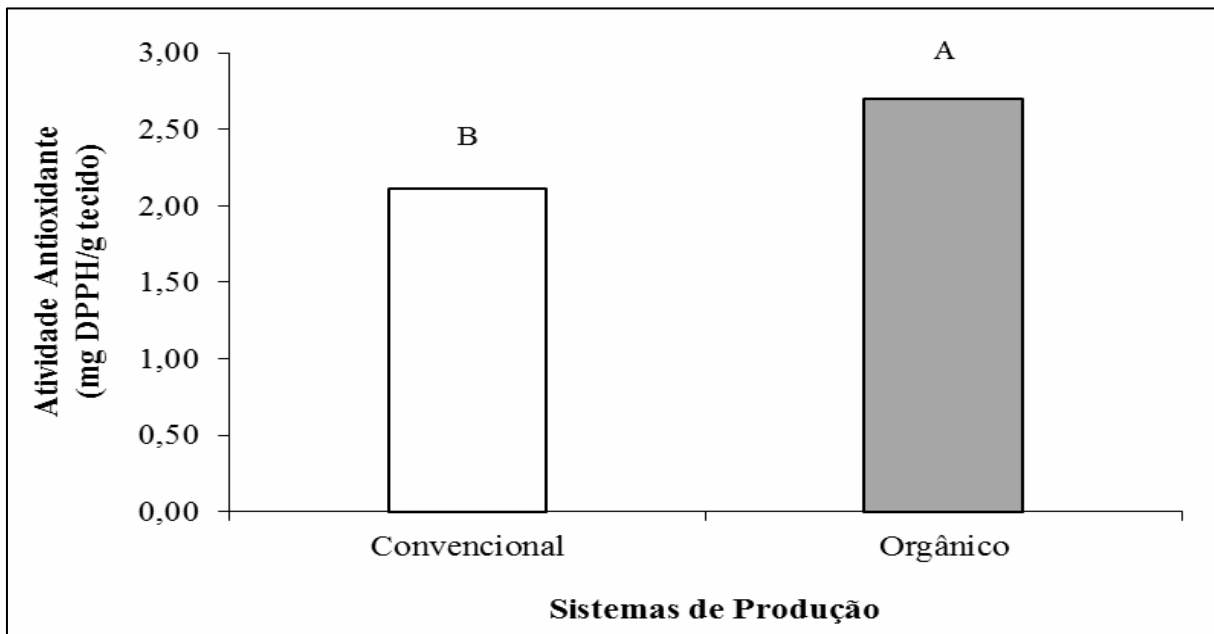
No entanto, o suprimento de potássio e enxofre foi superior no sistema convencional (Tabela 3.6), devido provavelmente à maior quantidade desses elementos na composição do adubo químico, confirmando a hipótese de Ribeiro et al. (2013). Knap et al. (2014) também constataram, em sistema convencional, maiores teores de potássio em maçã, manjeriço, cenoura, cereja, tomate cereja, pepino, pêra, pimenta, framboesa e tomate; e maiores teores de enxofre em manjeriço, brócolis, maçã, beterraba, cenoura, cereja, tomate cereja, pepino, berinjela, pimenta e tomate.

A atividade antioxidante foi superior no sistema orgânico (Figura 3.2). Arbos et al. (2010), Silva et al. (2011), Maggio et al. (2013) e Conti et al. (2014) também verificaram maior atividade antioxidante em alface e rúcula orgânicas, em alface crespa orgânica, em folhas orgânicas de endívia (*Cucurbita endívia*), e em frutos orgânicos de morango, respectivamente. Em contrapartida, Rosseto et al. (2009) relataram atividade

antioxidante semelhante em diferentes partes de beterraba cultivada nos sistemas convencional e orgânico. Para Ramos (2006), a maior disponibilidade de nitrogênio da adubação mineral implica em aumento da síntese de proteínas e carboidratos e, conseqüentemente, em menor uso de fotoassimilados na produção de compostos do metabolismo secundário, como os antioxidantes. O que também explica os maiores níveis dessas substâncias no sistema orgânico é a utilização de fontes de nitrogênio não prontamente disponíveis. Em resposta, as plantas ativam seus mecanismos de defesa e incrementam os níveis de antioxidantes em seus tecidos (ZORAN et al., 2014).

Os teores de magnésio nas vagens convencionais variaram, em g kg^{-1} , de 2,45 em UEL 2 a 2,72 em Feltrin Macarrão Napoli. Os teores do nutriente em Isla Manteiga Baixo e Feltrin Vicenza Amarelo Baixo foram semelhantes aos genótipos anteriores. No cultivo orgânico, Feltrin Macarrão Napoli, Feltrin Vicenza Amarelo Baixo e Isla Manteiga Baixo apresentaram as maiores médias, e diferiram estatisticamente dos demais genótipos. As médias da variável nas vagens orgânicas foram menores em todos os genótipos, e variaram de 1,98 a 2,60 g kg^{-1} de magnésio (Tabela 3.7).

Figura 3.2 - Atividade antioxidante em função dos sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.



Fonte: O autor.

No entanto, na comparação entre os sistemas, apenas Isla Manteiga Baixo e Feltrin Macarrão Napoli tiveram desempenho semelhante. Os demais apresentaram maior acúmulo de magnésio no sistema convencional, que, no geral, foi superior em relação ao

orgânico no fornecimento do nutriente (Tabela 3.7). A superioridade dos teores de magnésio em quatro, dos seis genótipos no cultivo convencional, bem como a média geral superior do sistema, ocorreu, provavelmente, devido a maior disponibilidade do nutriente na adubação química.

No sistema convencional, os genótipos UEL 2 e UEL 1 apresentaram os maiores conteúdos de cobre, que variaram de 4,30 (Feltrin Vicenza Amarelo Baixo) a 12,40 mg kg⁻¹ (UEL 2). Já no sistema orgânico, não foi constatada diferença entre os genótipos. Entre os sistemas de produção, os teores de cobre nas vagens convencionais de UEL 2 (12,40 mg kg⁻¹), UEL 1 (8,46 mg kg⁻¹) e Feltrin Macarrão Napoli (6,70 mg kg⁻¹) foram superiores as suas médias no orgânico (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 - Comparação de médias da interação entre os fatores genótipo e sistema de produção para os teores de macro e micronutrientes dos genótipos de feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.

Genótipo	Macronutriente				Micronutrientes			
	Mg		Fe		Cu		Mn	
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹			
	Conv	Org	Conv	Org	Conv	Org	Conv	Org
Isla Manteiga Baixo	2,48 abcA	2,47 aA	366,70 abB	740,80 bA	5,15 bA	7,06 aA	93,20 bcA	73,76 bB
Feltrin Vicenza Amarelo Baixo	2,70 abA	2,52 aB	402,20 aB	912,66 aA	4,30 bA	4,46 aA	110,90 aA	94,66 aB
UEL 2	2,61 abcA	2,14 bB	357,86 abB	421,36 dA	12,40 aA	7,10 aB	91,16 cA	61,60 cB
Isla Macarrão Baixo	2,45 cA	2,02 bB	369,30 aA	318,50 eA	6,20 bA	3,96 aA	73,90 dA	55,46 cB
UEL 1	2,46 bcA	1,98 bB	363,66 abA	270,20 eB	8,46 abA	5,46 aB	93,90 bcA	56,56 cB
Feltrin Macarrão Napoli	2,72 aA	2,60 aA	287,70 bB	606,30 cA	6,70 bA	3,40 aB	99,26 bA	100,06 aA
Média Geral	2,57 A	2,28 B	357,9 B	544,97 A	7,20 A	5,24 B	93,72 A	73,68 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Conv - Convencional; Org - Orgânico.

Fonte: O autor.

Quanto aos teores de manganês, Feltrin Vicenza Amarelo Baixo foi o genótipo que mais acumulou o nutriente nas vagens, em sistema convencional, com média de 110,90 mg kg⁻¹. No sistema orgânico, Feltrin Vicenza Amarelo Baixo (94,66 mg kg⁻¹) e Feltrin Macarrão Napoli (100,06 mg kg⁻¹) produziram vagens com os maiores conteúdos de manganês. A exceção de Feltrin Macarrão Napoli foi constatada superioridade nos teores de manganês nas vagens dos demais genótipos submetidos ao sistema convencional (Tabela 3.7). Novamente, a comparação entre os sistemas evidenciou a maior eficiência do sistema convencional no fornecimento de cobre e manganês para as plantas (Tabela 3.7).

Em relação ao fornecimento do cobre, a superioridade do sistema convencional pode estar relacionada à sua menor quantidade de matéria orgânica (Tabela 3.1),

e, conseqüentemente, à sua menor adsorção e fixação, o que o tornou mais disponível as plantas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Já o manganês tem sua disponibilidade regulada pelo pH do solo e pelo equilíbrio com outros cátions. Segundo Dechen e Nachtigall (2006), valores de pH superiores a 5,5 reduzem a disponibilidade do manganês. Neste estudo, o pH do solo do sistema convencional foi de 5,4, ou seja, dentro do limite adequado para o nutriente. No sistema orgânico, o pH foi de 5,8, o que pode ter limitado a sua disponibilidade. Ainda, a maior oferta de ferro no sistema orgânico colaborou para a redução da disponibilidade do manganês, e assim, o sistema foi menos eficiente que o convencional no fornecimento do nutriente.

O desdobramento da interação para o ferro apontou maiores teores do nutriente para os genótipos Isla Manteiga Baixo, Feltrin Vicenza Amarelo Baixo, UEL 2 e Feltrin Macarrão Napoli em sistema orgânico; UEL 1, em sistema convencional, enquanto que, para Isla Macarrão Baixo, não houve diferença entre os sistemas. Tanto no sistema convencional, quanto no orgânico, os maiores teores de ferro ocorreram para Feltrin Vicenza Amarelo Baixo, com médias de 402,20 e 912,66 mg kg⁻¹, respectivamente. Estes resultados demonstram o grande potencial do genótipo para absorção do ferro (Tabela 3.7). Os teores de ferro nas vagens, em ambos os sistemas de cultivo, encontraram-se acima do recomendado para a cultura. Entretanto, não foram verificados sintomas de toxicidade nas plantas.

Ao contrário do magnésio, cobre e manganês, o sistema orgânico foi superior ao convencional na disponibilização do ferro, em função da formação de complexos solúveis que as substâncias produzidas pela decomposição da matéria orgânica podem fazer com o ferro e assim, aumentar seu suprimento às raízes (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). No cultivo orgânico, o conteúdo de matéria no solo foi superior (Tabela 3.1). Araújo et al. (2014) também reportaram maiores teores de ferro em alface orgânica em comparação a convencional.

Entre os genótipos, as diferenças nos teores de magnésio, cobre, manganês e ferro são explicadas pela habilidade dos genótipos em absorver nutrientes. As diferenças de ciclo entre os materiais, que reflete em maior ou menor período de colheita das vagens, também pode ter contribuído na verificação de tais diferenças, uma vez que os genótipos mais precoces tem menor período para absorver nutrientes em relação aos mais tardios. Conti et al. (2014) também associaram o ciclo às diferenças de qualidade nutricional em morango.

Segundo Epstein e Bloom (2004), para que o metabolismo das plantas funcione corretamente, há a necessidade da absorção mínima de 5,0 g kg⁻¹ de cálcio, 10,0 g kg⁻¹ de potássio, 2,0 g kg⁻¹ de fósforo, 1,0 g kg⁻¹ de enxofre, 2,0 g kg⁻¹ de magnésio, 20,0 mg

kg⁻¹ de zinco, 100,0 mg kg⁻¹ de ferro, 6,0 mg kg⁻¹ de cobre e 50,0 mg kg⁻¹ de manganês. Já o metabolismo humano necessita diariamente de no mínimo 1.100,0 mg de cálcio, 4.700,0 mg de potássio, 700,0 mg de fósforo, 850,0 mg de enxofre, 360,0 mg de magnésio, 13,0 mg de zinco, 3,5 mg de cobre e 2,0 mg de manganês. Para o ferro, o requerimento diário varia de 0,05 a 4.000,0 mg (DOSSIÊ, 2008). Assim, cabe ressaltar que, independente das variações nos teores de macro e micronutrientes entre os genótipos e sistemas de produção, as exigências de nutrientes do metabolismo vegetal e humano foram atendidas.

No sistema convencional, UEL 2 foi o genótipo com o maior teor de proteína (20,79%), e diferiu estatisticamente de Isla Macarrão Baixo (17,73%) e Isla Manteiga Baixo (16,92%). No sistema orgânico, as maiores concentrações de proteína ocorreram em Feltrin Macarrão Napoli (14,85%), Feltrin Vicenza Amarelo Baixo (14,25%) e Isla Manteiga Baixo (12,61%). Os teores de proteína bruta, para todos os genótipos, foram superiores no sistema convencional (Figura 3.3). Já comparação entre os sistemas evidenciou a superioridade do convencional na produção de proteína (Figura 3.4).

Para um adulto, o requerimento médio diário de proteína é 51,0 g, independente do sexo (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2005). O teor mínimo de proteína obtido foi de 10,99%, e o máximo, 20,79%, o que representa, respectivamente, 10,99 e 20,79 gramas de proteína em 100 gramas de vagens consumidas. Estes valores demonstram que as vagens são boas fontes proteicas ao ser humano.

As diferenças no conteúdo de proteína das vagens, entre os genótipos, estão relacionadas às suas capacidades distintas na absorção do nitrogênio disponível no solo, bem como podem estar ligadas, em associação ou não com esta capacidade, à maior ou menor eficiência, de cada genótipo, em realizar a fixação biológica do nitrogênio. Na literatura, não foram encontrados estudos sobre o teor de proteína bruta em vagens de feijão, seja de cultivares para grão ou vagem.

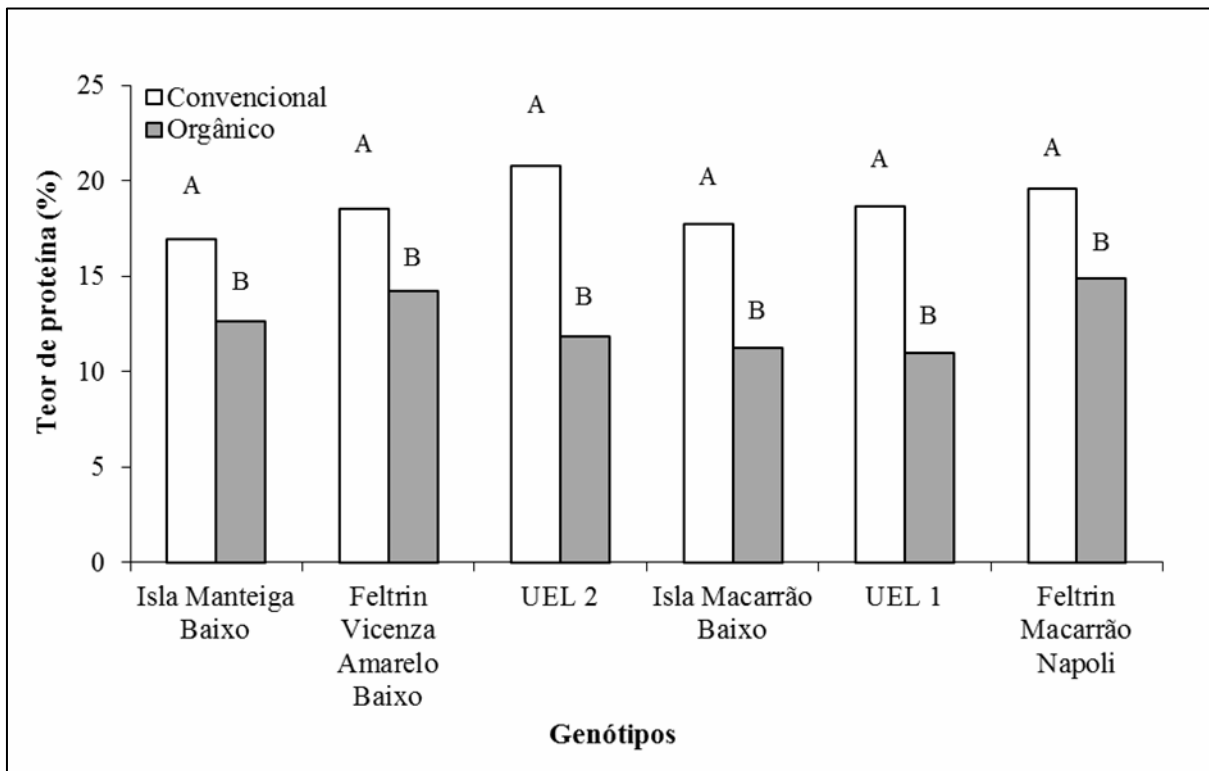
Já a maior média de proteína do sistema convencional pode estar relacionada aos fertilizantes minerais que disponibilizam nitrogênio de forma mais rápida que os orgânicos, devido a sua maior solubilidade. Os níveis de fertilização nitrogenada também interferem na quantidade de nitrogênio aportado ao sistema. Em cultivos convencionais, tanto a adubação de base quanto a de cobertura, são realizadas com fertilizantes nitrogenados que ofertam grande quantidade do nutriente em formas assimiláveis para as plantas.

Em contrapartida, fertilizantes orgânicos contém aminoácidos, aminoaçúcares e compostos nitrogenados (MADER et al., 2007) não prontamente disponíveis, e que limitam a absorção de nitrogênio pelas plantas. Além disso, as plantas tem preferência

na absorção de formas nitrogenadas inorgânicas, como nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+), em comparação as formas orgânicas (SOUZA; FERNANDES, 2006).

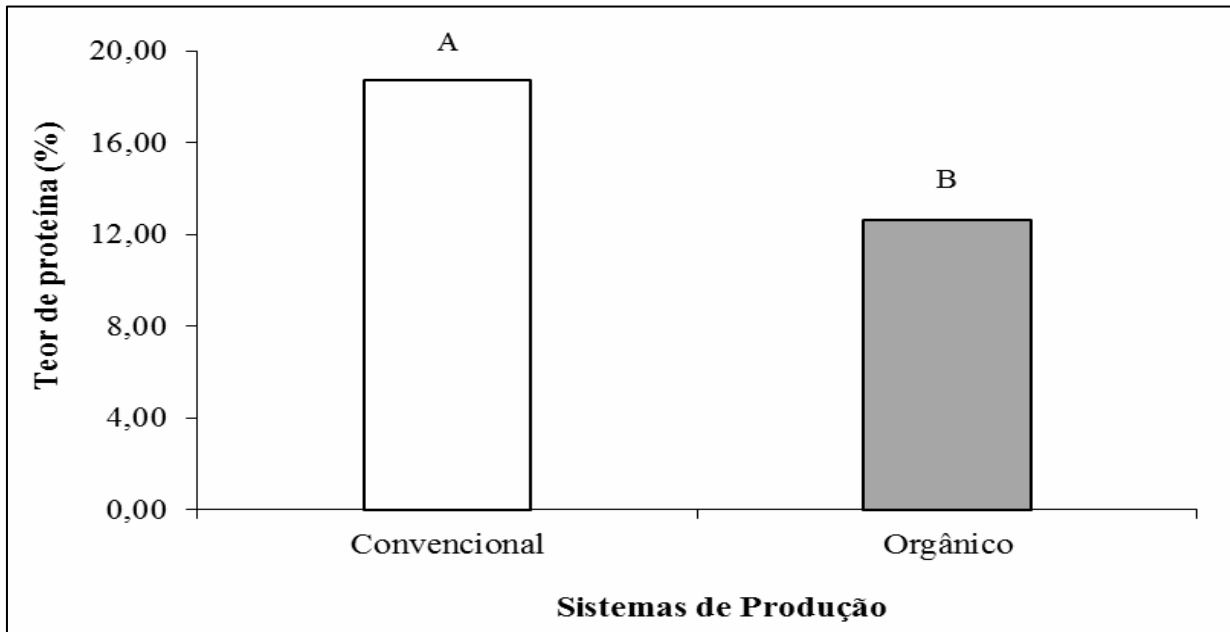
A exceção de Feltrin Macarrão Napoli, os genótipos cultivados em sistema convencional apresentaram maiores teores de compostos fenólicos totais, com destaque para UEL 2 (235,57 mg EAG por grama de tecido) e UEL 1 (216,97 mg EAG por grama de tecido), que apresentaram as maiores médias. Para Feltrin Macarrão Napoli, a quantidade de compostos fenólicos no sistema orgânico foi de 166,08 mg EAG por grama de tecido, enquanto que, no sistema convencional, o mesmo genótipo apresentou média de 139,89 mg EAG a cada grama de tecido (Figura 3.5). A média geral da variável no sistema convencional foi superior ao orgânico (Figura 3.6).

Figura 3.3 - Teores de proteína bruta dos genótipos de feijão-vagem arbustivo em função dos sistemas de produção. Londrina, 2015.



Fonte: O autor.

Figura 3.4 - Teores de proteína bruta em função dos sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.



Fonte: O autor.

Tendências semelhantes foram encontradas por Freitas et al. (2010), que relataram maiores quantidades do polifenol resveratrol em sucos preparados com uvas cultivadas em sistema convencional em comparação aos sucos de uva orgânicos. Em contrapartida, Rosseto et al. (2009) e Arbos et al. (2010) reportaram maiores teores de compostos fenólicos totais em frutos orgânicos de beterraba, e em rúcula, alface e almeirão orgânicos, respectivamente.

Segundo Melo et al. (2006) os compostos fenólicos em frutas e hortaliças são amplamente influenciados por fatores genéticos, condições ambientais, tipo de cultivo, bem como pelo grau de maturação das plantas. Neste estudo, a superioridade do sistema convencional na produção dos compostos fenólicos, tanto na comparação dos genótipos entre os sistemas, quanto somente na comparação dos sistemas, pode ser atribuída a maior incidência de pragas ocorridas, na qual foi necessária a realização de quatro aplicações para o controle de formigas cortadeiras, mosca branca, vaquinhas e lagarta do cartucho. No sistema orgânico, o controle das pragas foi realizado com apenas uma aplicação de calda de cebola antes do florescimento.

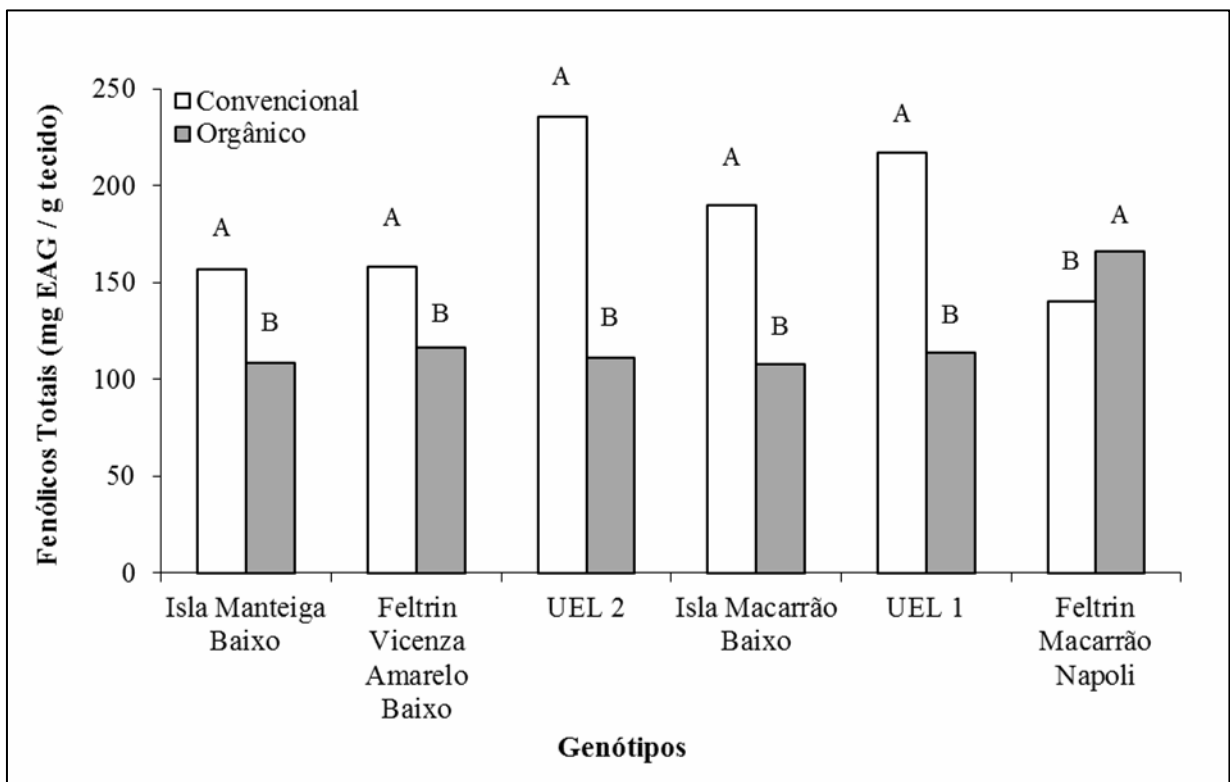
De acordo com Benbrook (2005), as plantas produzem compostos fenólicos como um mecanismo de defesa contra o ataque de herbívoros, insetos e outros predadores, com o objetivo de tornar seus tecidos menos atrativos. Assim, quanto maior o ataque de pragas, maior serão os teores de compostos fenólicos na planta. É possível também que o

mesmo distúrbio nutricional que causou a antecipação do ciclo e o aumento na formação de vagens possa ter contribuído para o aumento das substâncias fenólicas. Estes fenômenos indicam que estresses bióticos e abióticos podem elevar a produção desses compostos nos tecidos vegetais.

Neste estudo, o aumento dos níveis dos compostos fenólicos nas vagens convencionais, e da atividade antioxidante nas vagens orgânicas, pode ser atribuído à ativação do metabolismo secundário das plantas, em decorrência do estresse causado por fatores bióticos e abióticos respectivamente. Como estes fatores tem sua ação afetada pelas condições ambientais, e que estas, são variáveis de ano para ano, são naturais que ocorram alterações anuais nos níveis destes compostos entre os mesmos genótipos e sistemas de produção.

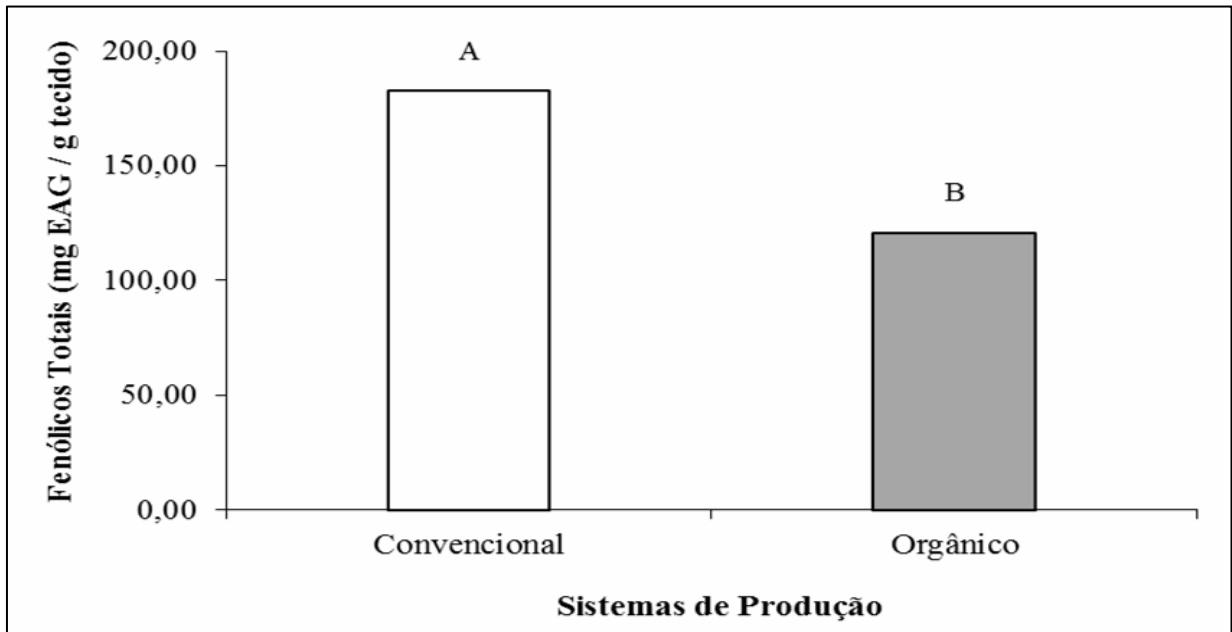
A geração de radicais livres no organismo humano, prejudiciais à saúde, é regulada pelo equilíbrio entre os compostos fenólicos e antioxidantes produzidos pelo próprio corpo, com aqueles obtidos pela alimentação. Isto ressalta a importância de uma alimentação saudável, que contemple o consumo de frutos, legumes, folhas e condimentos, que apresentam um conteúdo adequado dessas substâncias (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Figura 3.5 - Teores de compostos fenólicos totais dos genótipos de feijão-vagem arbustivo em função dos sistemas de produção. Londrina, 2015.



Fonte: O autor.

Figura 3.6 - Teores de compostos fenólicos totais em função dos sistemas de produção do feijão-vagem arbustivo. Londrina, 2015.



Fonte: O autor.

3.6 CONCLUSÕES

O sistema convencional antecipou a antese e proporcionou maior número de vagens por planta.

O sistema orgânico proporcionou maior altura de planta, e maior peso, comprimento e diâmetro médio de vagem.

O rendimento do feijão-vagem arbustivo não foi afetado pelos sistemas de produção.

O sistema convencional disponibilizou mais magnésio, cobre, manganês, potássio, fósforo, enxofre e zinco para as plantas e favoreceu a produção de proteína bruta e compostos fenólicos.

O sistema orgânico disponibilizou mais cálcio e ferro para as plantas e favoreceu a atividade antioxidante.

A qualidade nutricional das vagens foi superior no sistema convencional.

CONCLUSÕES

O sistema convencional antecipou a antese, proporcionou maior número de vagens por planta.

O sistema orgânico proporcionou maior altura de planta, e maior peso, comprimento e diâmetro médio de vagem.

O rendimento do feijão-vagem arbustivo não foi afetado pelos sistemas de produção.

A qualidade nutricional das vagens foi superior no sistema convencional.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM. Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. **Projeto para levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, 2010/2011**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 22 maio 2015.
- ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 414-420. mar./abr. 2010.
- ABREU, I. M. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, sup. 1, p. 108-118, mai. 2010.
- ABU-REIDAH, I. M.; ARRÁEZ-ROMÁN, D.; LOZANO-SÁNCHEZ, J.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Phytochemical characterization of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by using high-performance liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. **Phytochemical Analysis**, v. 24, n. 2, p. 105-116, 2013.
- AGÊNCIA RURAL. Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário. **Plano Municipal de Ações Integradas**. Anápolis, 2003.
- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: _____. **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 272-287.
- ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da revolução verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? **Revista de Economia**, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 31-53, jan./jun. 2007.
- ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. F. G.; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. C.; MORAIS, N. M. T. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 94-97, jan./abr. 2002.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. Boulder: Westview Press: 1995.
- ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. Ecologically based pest management: a key pathway to achieving agroecosystem health. In: NICHOLLS, C. I.; GARCIA, M. A.; ALTIERI, M. **Curso de agroecologia**: workshop sobre agroecologia e desenvolvimento sustentável. Campinas: UNICAMP, 1999.
- ANDRADE, F. A.; GONÇALVES, L. S. A.; MIGLIORANZA, E.; RUAS, C. F.; RUAS, P. M.; TAKAHASHI, L. S. A. AFLP analysis of genetic diversity in determinate and indeterminate snap bean accessions. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 29-34, jan./mar. 2016.

- ANDRIOLO, J. L.; FALCÃO, L. L. Efeito da poda de folhas sobre a acumulação de matéria seca e sua repartição para os frutos do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 75- 83, mai. 2000.
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. 22. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 253-280.
- ARAÚJO, D. F. S.; SILVA, A. M. R. B.; LIMA, L. L. A.; VASCONCELOS, M. A. S.; ANDRADE, S. A. C.; SARUBBO, L. A. The concentration of minerals and physicochemical contaminants in conventional and organic vegetables. **Food Control**, Guildford, v. 44, p. 242-248, oct. 2014.
- ARAÚJO, F. F. de. **Horta orgânica, implantação e manejo**. Presidente Prudente: UNOESTE, 2006.
- ARAÚJO, G. A. de A.; FERREIRA, A. C. de B. Manejo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 87-114.
- ARAÚJO, K. C. **Avaliação de linhagens promissoras de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em Cambuci-RJ para estudo de valor de cultivo e uso**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.
- ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501-506, abr./jun. 2010.
- ARF, O.; SÁ, M. E.; GUERREIRO NETO, G. **Influência da época de semeadura sobre o comportamento de cultivares de feijão da safra de inverno**. Ilha Solteira: UNESP, 1993.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1995. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington, 1995.
- ATHANÁZIO, J. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; ENDO, R. M.; SILVA, G. L. UEL-2: cultivar de feijão-de-vagem tipo manteiga de crescimento determinado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 91, 1998.
- BAJGAI, Y.; KRISTIANSEN, P.; HULUGALLE, N.; MC HENRY, M. Comparison of organic and conventional managements on yields, nutrients and weeds in a corn-cabbage rotation. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge, v. 30, n. 2, p. 132-142, aug. 2013.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. (Documentos, 272).
- BATTESTIN, L.; TACLA, R. M. B.; TIBONI, E. B.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C. Análise de cálcio em diferentes tipos de bebidas. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 79-86, jul./dez. 2002.

BECKER, M. M.; MENDES, T. M. F. F.; SOUZA JUNIOR, C. A. Teores de elementos minerais e caracterização física da uva Isabel (*Vitis labrusca* L.) produzida em Boa Vista/RR. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, Campo Grande, v. 6, n. 2, p. 82-86, abr./jun. 2014.

BENBROOK, C. M. **Elevating antioxidant levels in food through organic farming and food processing**. 2005. Disponível em: <https://www.organic-center.org/reportfiles/Antioxidant_SSR.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2015.

BENBROOK, C.; ZHAO, X.; YÁÑEZ, J.; DAVIES, N.; ANDREWS, P. **New evidence confirms the nutritional superiority of plant-based organic foods**. 2008. Disponível em: <http://www.organic-center.org/reportfiles/Nutrient_Content_SSR_Executive_Summary_FINAL.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2015.

BENDING, G. D.; PUTLAND, C.; RAYNS, F. Changes in microbial community metabolism and labile organic matter fractions as early indicators of the impact of management on soil biological quality. **Biology and Fertility of Soils**, Berlim, v. 31, n. 1, p. 78-84, apr. 2000.

BINNIE, R. C.; CLIFFORD, P. E. Sink characteristics of reproductive organs of dwarf bean in relation to likelihood of abscission. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 4, p. 1077-1082, jul./aug. 1999.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 64-75, ago. 2006.

BORODIN, E. A.; MENSHIKOVA, I. G.; DOROVSKIKH, V. A.; FEOKTISTOVA, N. A.; SHTARBERG, M. A.; YAMAMOTO, T.; TAKAMATSU, K.; MORI, H.; YAMAMOTO, S. Effects of two-month consumption of 30g a day of soy protein isolate or skimmed curd protein on blood lipid concentration in Russian adults with hyperlipidemia. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, Tokyo, v. 55, n. 6, p. 492-497, dec. 2009.

BRANDÃO, R. A. P. **Avaliação da qualidade das vagens e sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), cvs. UEL-1 e AG-274, em função da idade e época de cultivo**. 2001. 22 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Perfil do feijão no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>>. Acesso em: 22 ago. 2015.

CAIXETA, J. T.; VIEIRA, C.; BARTHOLO, G. F. **A terceira época de plantio de feijão**. Viçosa: Conselho de Extensão da UFV, 1981. (Informe Técnico, 15).

CALDAS, E. D. **Resíduos de pesticidas em alimentos e o codex alimentarius**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos, 1999. (Boletim, 33).

CAMARGO, L. K. P. **Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2008.

- CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; RESENDE, M. D. V. de.; DIAS, L. A. dos S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 193-201, abr./jun. 2007.
- CARMO, M. S.; COMITRE, V.; DULLEY, R. D. **Agricultura alternativa frente a agricultura química**: estrutura de custo e rentabilidade econômica para diversas atividades. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1988. (Relatório de Pesquisa, 25).
- CARTER, M. R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 7, n. 1, p. 29-40, may. 1986.
- CARVALHO, A. D. F. de.; RESENDE, F. V.; PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; SILVA, G. O. **Avaliação de genótipos de cenoura em sistemas convencional e orgânico de produção nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 94).
- CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; VIEIRA, J. V.; REIS, A.; SILVA, J. B. C. Produtividade, florescimento prematuro e queima-das-folhas em cenoura cultivada em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 250-254, abr./jun. 2005.
- CARVALHO, S. C. **Milho orgânico, alta produtividade e viabilidade econômica**: um convite aos grandes e pequenos produtores. 2003. Disponível em: <[http://www.planetaorganico.com.br/trabsergiocarv,htm](http://www.planetaorganico.com.br/trabsergiocarv.htm)>. Acesso em: 21 ago. 2015.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIHIL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2000. CD-ROM. Versão 1.0.
- CHABOUSSOU, F. **As plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Tradução de Maria José Guazzelli. 2. ed. Porto Alegre: L & PM, 1999.
- CHAGAS, J. M. Plantio. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **A cultura do feijão**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 303-313.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro. 2016. Disponível em: <<http://dw.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort>>. Acesso em: 11 mar. 2016.
- CONTI, S.; VILLARI, G.; FAUGNO, S.; MELCHIONNA, G.; SOMMA, S.; CARUSO, G. Effects of organic vs. Conventional farming system on yield and quality of strawberry grown as an annual or biennial crop in southern Italy. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 180, p. 63-71, dec. 2014.
- DAROLT, M. R. Comparação entre a qualidade do alimento orgânico e a do convencional. In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos orgânicos**: produção, tecnologia e certificação. Viçosa: UFV, 2003. p. 289-312.

- DEBOUCK, D. G. Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. In: SINGH, S. P. **Common bean improvement in the twenty-first century**. Dordrecht: Kluwer, 1999. p. 25-52.
- DEBOUCK, D. G. *Phaseolus* germplasm exploration. In: GEPTS, P. **Genetic resources of Phaseolus beans**. Dordrecht: Kluwer, 1986. p. 3-29.
- DEBOUCK, D. G. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A.; VOYSEST, O. **Common beans: research for crop improvement**. Cáli: CIAT, 1991. p. 55-118.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. M. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. 22. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, jan./jun. 2004.
- DOSSIÊ: os minerais na alimentação. Food Ingredients Brasil, São Paulo, n. 4, jul./ago. 2008. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2015.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção orgânica supera produtividade da cebola convencional**. 2006. Disponível em: <<http://www.renorbio.org.br/portal/noticias/producao-organica-supera-produtividade-da-cebola-convencional.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2015.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia do feijoeiro. In: _____. **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: ESALQ, 1997. p. 100-120.
- FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. 2013. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 12 ago. 2015.
- FÁVARO-TRINDADE, C. S.; MARTELLO, L. S.; MARCATTI, B.; MORETTI, T. S.; PETRUS, R. R.; ALMEIDA, E.; FERRAZ, J. B. S. Efeito dos sistemas de cultivo orgânico, hidropônico e convencional na qualidade de alface lisa. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, p. 111-115, abr./jun. 2007.
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Calí: CIAT, 1986.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2003.

FOOD AND NUTRITION BOARD. **Dietary references intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (Macronutrients)**. 2005. Disponível em: <<http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309085373>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9 ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

FREITAS, A. A.; DETONI, A. M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, C. C. Determinação de resveratrol e características químicas em sucos de uvas produzidas em sistemas orgânico e convencional. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 1-5, jan./fev. 2010.

FREITAS, F. O. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1199-1203, jul. 2006.

FREITAS, F. O.; BENDEL, G.; ALLABY, R. G.; BROWN, T. A. DNA from primitive maize landraces and archaeological remains: implications for the domestication of maize and its expansion into South America. **Journal of Archaeological Science**, New York, v. 30, n. 7, p. 901-908, jul. 2003.

GARCIA, E. G. **Segurança e saúde no trabalho rural com agrotóxicos**. 1996. 233 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

GEPTS, P.; BLISS, F. A. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. **Economic Botany**, New York, v. 40, n. 4, p. 469-478, oct./dec. 1986.

GEPTS, P.; DEBOUCK, D. G. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris*). In: SCHOONHOVEN, A. van.; VOYSEST, O. **Common beans: research for crop improvement**. Cáli: CIAT, 1991. p. 7-53.

GEPTS, P.; OSBORN, T. C.; RASCA, K.; BLISS, F. A. Phaseolin-protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): evidence for multiple centers of domestication. **Economic Botany**, New York, v. 40, n. 4, p. 451-468, out./dec. 1986.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000.

GOLDHABER, S. B. Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Duluth, v. 38, n. 2, p. 232-242, oct. 2003.

GUIMARÃES, C. M. Relações hídricas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1996. p. 139-167.

HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; LÚCIO, A. D. C.; BENZ, V.; ANTONELLO, B. I.; RIBEIRO, A. L. P. Tamanho de amostra para experimentos com feijão-de-vagem em 19 diferentes ambientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 1, p. 38-44, jan. 2011.

HIGASHI, T. Agrotóxicos e a saúde humana. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, ano 2, n. 12, p. 5-8, 2002.

- KELLY, S. D.; BATERMAN, A. S. Comparison of mineral concentrations in commercially grown organic and conventional crops: tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) and lettuces (*Lactuca sativa*). **Food Chemistry**, London, v. 119, n. 2, p. 738–745, mar. 2010.
- KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.
- KNAP, M.; NECEMER, M.; KUMP, P.; POTOČNIK, K.; VIDRIH, R. The content of minerals in Slovenian organic and conventional produced fruits, herbs and vegetables. **Acta Agriculturae Slovenica**, Jamnikarjeva, v. 103, p. 271-279, sep. 2014.
- KOH, E.; CHAROENPRASERT, S.; MITCHELL, A. E. Effect of organic and conventional cropping systems on ascorbic acid, vitamin c, flavonoids, nitrate, and oxalate in 27 varieties of spinach (*Spinacia oleracea* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 12, p. 3144-3150, mar. 2012.
- KUROZAWA, C. **Feijão-vagem**. 2007. Disponível em: <<http://globoruraltv.globo.com/GRural/0,27062,LTP0-4373-0-L-F,00.html>>. Acesso em: 14. jul. 2015.
- LANHAM-NEW, S. A.; LAMBERT, H.; FRASSETO, L. Potassium. **Advances in Nutrition**, Rockville, v. 3, n. 6, p. 820-821, nov. 2012.
- LEMOS, A. H. **Controle e prevenção de doenças pela medicina natural e ortomolecular**. São Paulo: Atheneu, 2006.
- LIMA, M. A. de. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 451-472, set./dez. 2002.
- LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; ANDRADE, M. A.; GUIMARÃES, P. L.; BATISTA, L. R.; NELSON, D. L. Bactericidal and antioxidant activity of essential oils from *Myristica fragrans* Houtt and *Salvia microphylla* H.B.K. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 89, n. 3, p. 523-528. mar. 2012.
- LÓPEZ, A. J. P.; NICOLAS, J. M. L.; DELICADO, E. N.; DEL AMOR, F. M.; BARRACHINA, A. A. C. Effects of agricultural practices on color, carotenoids composition, and minerals contents of sweet peppers, cv. Almuden. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 20, p. 8158-8164, sep. 2007.
- MADER, P.; HAHN, D.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; ALFOLDI, T.; BERGMANN, H.; OEHME, M.; AMADO, R.; SCHNEIDER, H.; GRAF, U.; VELIMIROV, A.; FLIEBACK, A.; NIGGLI, U. Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, n. 10, p. 1826–1835, aug. 2007.
- MAGALHÃES, M. M.; CARMO, M. S.; COMITRE, V. **Agricultura sustentável: comparação de indicadores técnicos e econômicos entre sistemas orgânicos de produção de soja no Estado do Paraná**. Botucatu: IBD, 1994.

- MAGGIO, A.; DE PASCALE, S.; PARADISO, R.; BARBIERI, G. Quality and nutritional value of vegetables from organic and conventional farming. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 164, p. 532-539, dec. 2013.
- MARCO, K.; DALLACORT, R.; FARIA JÚNIOR, C. A.; FREITAS, P. S. L.; VILLELA, T. G. Aptidão agroclimática e características agronômicas do feijão-comum semeado na safra das águas em Tangará da Serra – MT. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 160-170, nov. 2012.
- MARIOT, E. J. Aptidões climáticas, ideótipos e épocas de cultivo do feijoeiro no Paraná. In: IAPAR. **Feijão: tecnologia e produção**. Londrina: IAPAR, 2000. p. 5-13. (Informe de Pesquisa, 135).
- MARTINS, M.; FONSECA, L. F. da.; MELO, L. C.; OLIVEIRA, D. R. F. de.; ALVIM, K. R. de T.; SANTANA, D. G. de. Avaliação de genótipos de feijoeiro comum do grupo comercial carioca cultivados nas épocas das águas e do inverno em Uberlândia, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 23-28, jan./mar. 2009.
- MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. J.; BUENO, A. C. Evapotranspiração da cultura do feijoeiro e relação com a evaporação do tanque classe “A”. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 101-106, 1998.
- MELLO, M. S.; CARVALHO, A. M.; GUIMARÃES, J. C. Nutrição, irrigação e fertirrigação do morangueiro. In: CARVALHO, S. P. de. (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 29-54.
- MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, jul./set. 2006.
- MELO, P. C. T. Panorama atual da cadeia de produção de hortaliças no Brasil. REUNIÃO ORDINÁRIA DA CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DE HORTALIÇAS, 6., 2006, Brasília. **Palestra proferida....** Brasília: CNPA/MAPA, 2006.
- MENDES-FILHO, N. E.; CARVALHO, M. P.; SOUZA, J. M. T. Determinação de macrocomponentes e nutrientes minerais da polpa de manga (*Mangifera indica* L.). **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1-2, p. 22-36, 2014.
- MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; GONÇALVES, P. A. S.; VIEIRA NETO, J. Produtividade da cebola em cultivo mínimo no sistema convencional e orgânico com biofertilizantes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 475-481, dez. 2014.
- MIKLAS, P. N.; COYNE, D. P.; GRAFTON, K. F.; MUTLU, N.; REISER, J.; LINDGREN, D. T.; SINGH, S. P. A major QTL for common bacterial blight resistance derives from the common bean great northern landrace cultivar Montana No. 5. **Euphytica**, Netherlands, v. 131, n. 1, p. 137-146, may. 2003.
- MITCHELL, A. E.; HONG, Y. J.; KOH, E.; BARRETT, D. M.; BRYANT, D. E.; DENISON, R. F.; KAFFKA, S. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 15, p. 6154-6159, jun. 2007.

- MOREIRA, R. M. P.; FERREIRA, J. M.; TAKAHASHI, L. S. A.; VASCONCELOS, M. E. C.; GEUS, L. C.; BOTTI, L. Potencial agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, sup. 1, p. 1051-1060, 2009.
- MUÑOZ, G.; GIRALDO, G.; SOTO, J. F. **Descriptorios varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo**. Colômbia: CIAT, 1993.
- NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES FILHO, J. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 437-443, set./dez. 2001.
- NORMAS DE CLASSIFICAÇÃO. **Programa Brasileiro para a modernização da horticultura**. São Paulo: PBMH, v. 10, n. 1, 2012. 6 p.
- OLIVEIRA, A. P.; PEIXOTO, N.; VALADARES, W. A.; TAVARES SOBRINHO, J.; ALVES, A. U.; BRUNO, G. B.; ALVES, E. U. Avaliação de linhagens e cultivares arbustivas de feijão-vagem nas condições de Areia - PB. **Agropecuária Técnica**, Areia PB, v. 22, n. 1, p. 21-25, 2001.
- OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 36-40, jan./mar. 2010.
- OLIVEIRA, J. E. D.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1998.
- OLSZEWER, E. **Clínica ortomolecular**. 2. ed. São Paulo: Rocca, 2008.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981.
- OU, B.; HUANG, D.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J. A.; DEEMER, E. K. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 11, p. 3122-3128, apr. 2002.
- PARANÁ. Secretaria da Agricultura e Abastecimento – SEAB. **Perfil da agricultura paranaense**. 2008. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br>>. Acesso em: 25 ago. 2015.
- PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento – SEAB. Departamento de Economia Rural - DERAL. **Feijão-vagem**. 2013. Comunicação pessoal.
- PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - SEAB. Departamento de Economia Rural - DERAL. **Estimativa de safras**. 2015. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br>>. Acesso em: 25 ago. 2015.
- PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento – SEAB. Departamento de Economia Rural – DERAL. **Estimativa do custo de produção**. 2016. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

- PARRA, M. S. Feijão. In: OLIVEIRA, E. L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2003. (Circular, 128).
- PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba: A. D. Paschoal, 1994.
- PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; COELHO, R. R.; CARNEIRO, J. E. S.; ANDRADE, M. J. B.; REZENDE, A. M. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007-2009**. Belo Horizonte: Epamig, 2008.
- PEIXOTO, N.; THUNG, M. D. T.; SILVA, L. O.; FARIAS, J. G.; OLIVEIRA, E. B.; BARBEDO, A. S. C.; SANTOS, G. **Avaliação de cultivares arbustivas de feijão-vagem, em diferentes ambientes do Estado de Goiás**. Goiânia: EMATER, 1997. (Boletim de Pesquisa, 1).
- PEIXOTO, N.; THUNG, M. D. T.; SILVA, L. O.; FARIAS, J. G.; OLIVEIRA, E. B.; BARBEDO, A. S. C.; SANTOS, G. Produção de sementes de linhagens e cultivares arbustivas de feijão-de-vagem em Anápolis-GO. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 151-152, 1993.
- PEREIRA, A. V.; OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y. Respostas do feijão-vagem cultivado sob proteção com agrotêxtil em duas densidades de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 564-569, jul./set. 2003.
- PEREIRA, G. I. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; BARCELOS, M. F. P.; MORAIS, A. R. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 852-857, jul./ago. 2003.
- PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C. de.; PELOSO, M. J. D.; WENDLAND, A. Estratificação ambiental na avaliação de genótipos de feijoeiro comum tipo Carioca em Goiás e no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 554-562, jun. 2010.
- PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Bielefeld, v. 3, n. 4, p. 146-152, nov. 2012.
- PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigências agroclimáticas para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v. 3, n. 1, p. 32-42, jan./mar. 2014.
- PEREIRA, V. V. R.; BAZOTTI, A. **Ruralidade, agricultura familiar e desenvolvimento**. Curitiba: IPARDES, 2010. (Nota Técnica, 16).
- PIMENTEL, D.; HEPPELRY, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **BioScience**, Oxford, v. 55, n. 7, p. 573-582, jul. 2005.
- PINHEIRO, S. **Cartilha dos agrotóxicos**. Porto Alegre: Fundação Juquira Candirú, 1998.

PINTO, C. M. F.; VIEIRA, C.; CALDAS, M. T. Idade de colheita do feijão-vagem anão cultivar Novirex. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 163-167, jul. 2001.

PINTO, C. M. F.; VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; CALDAS, M. T. Comportamento de cultivares de feijão-vagem anão em diferentes épocas de plantio na Zona da Mata de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, sup. jul. 2001.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 101-137.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 125-156.

QUEIROGA, J. L.; ROMANO, E. D. U.; SOUZA, J. R. P.; MIGLIORANZA, E. Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris L.*) por meio da largura máxima do folíolo central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 64-68, jan./mar. 2003.

RAMÍREZ, N. S.; ESTRADA, J. A. E.; GONZÁLEZ, M. T. R.; MONTES, E. S. Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero em dos ambientes. **Revista Fitotecnia Mexicana**, México, v. 35, n. 4, p. 317-323, 2012.

RAMOS, M. J. M. **Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e boro em abacaxizeiro cultivar Imperial**. 2006. 85 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.

RENAUD, E. N. C.; VAN BUEREN, E. T. L.; MYERS, J. R.; PAULO, M. J.; VAN EEUWIJK.; ZHU, N.; JUVIK, J. A. Variation in broccoli cultivar phytochemical content under organic and conventional management systems: implications in breeding for nutrition. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 9, n. 7, e95683, jul. 2014.

RESENDE, J. T. V.; MARCHESE, A.; CAMARGO, L. K. P.; MARODIN, J. C.; CAMARGO, C. K.; MORALES, R. G. F. Produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 305-311, abr./jun. 2010.

RIBEIRO, L. R.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, S. O.; BORGES, A. L. Avaliação de cultivares de bananeira em sistema de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 508-517, jun. 2013.

RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; POSSEBON, S. B.; CARGNELUTTI FILHO, A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares registradas de feijão em diferentes épocas de semeadura para a depressão central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1395-1400, set./out. 2004.

RODRIGUES, G. B.; NAKADA, P. G.; SILVA, D. J. H.; DANTAS, G. G.; SANTOS, R. R. H. Desempenho de cultivares de cebola nos sistemas orgânico e convencional em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 206-209, abr./jun. 2006.

- ROSSETO, M. R. M.; VIANELLO, F.; ROCHA, S. A.; LIMA, G. P. P. Antioxidant substances and pesticide in parts of beet organic and conventional manure. **African Journal of Plant Science**, Jharkhand, v. 3, n. 11, p. 245-253, nov. 2009.
- ROSTON, A. J. **O feijão**. Campinas: CATI, 1990. (Boletim Técnico, 199).
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical DPPH. Fortaleza: Embrapa, 2007. (Comunicado Técnico, 127).
- SANTOS, C. O.; SOUZA, R. M. Agricultura orgânica em Sergipe: alternativa à sustentabilidade?. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 4, p. 449-462, jun. 2012.
- SANTOS, D.; HAESBAERT, F. M.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Tamanho ótimo de parcela para a cultura do feijão-vagem. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 119-128, jan./mar. 2012.
- SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BOREM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 41-65.
- SANTOS, N. C. B.; CARMO, S. A.; MATEUS, G. P.; KOMURO, L. K.; PEREIRA, L. B.; SOUZA, L. C. D. Características agrônômicas e de desempenho produtivo de cultivares de milho-verde em sistema orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, sup. 1, p. 1807-1822, 2015.
- SANTOS, R. H. S. **Princípios ecológicos para a agricultura**. Viçosa: UFV, 2004. (Caderno Didático, 103).
- SARWAR, G. The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 127, n. 5, p. 758-764, may. 1997.
- SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 130, n. 8, p. 2073-2085, aug. 2000.
- SECOM. Setor de Promoção Comercial. **Produtos brasileiros com oportunidades de exportação para o Canadá**. Toronto, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/MRE-ProdutosBrasileirosParaCanada.pdf>. Acesso em: 6 set. 2015.
- SHAHIDI, F.; HO, C. Antioxidant measurement and applications: an overview. In: _____. **Antioxidant measurement and applications**. American Chemical Society: Washington, 2007. p. 2 -7.
- SHONNARD, G. C.; GEPTS, P. Genetics of heat tolerance during reproductive development in common bean. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 5, p. 1168-1175, Sep./Oct. 1994.
- SILBERNAGEL, M. J. Snap bean breeding. In: BASSETT, M.J. (Ed.). **Breeding vegetable crops**. Westport: The AVI, 1996. p. 243-282.

- SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 242-245, abr./jun. 2011.
- SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 697-704, abr. 2006.
- SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 78-85, abr./jun. 2008.
- SILVA, S. C. da; STEINMETZ, S. Clima. In: AIDAR, H. (Ed.). **Cultivo do feijoeiro comum**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2003. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/clima.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2015.
- SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E. de.; SOUZA, L. C. D. de.; ABRANTES, F. de L.; SILVA, M. P. da.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado, **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, abr./jun. 2010.
- SINGH, S. P. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 6, p. 1659-1675, nov. 2001.
- SINGH, S. P.; GUTIERREZ, J. A.; MOLINA, A.; URREA, C.; GEPTS, P. Genetic diversity in cultivated common bean. II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 1, p. 23-29, jan./feb. 1991.
- SOUZA, J. L. de.; RESENDE, P. L. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006.
- SOUZA, N. J. **Desenvolvimento econômico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. 22. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.
- SPADOTTO, C. A. Ambiente em perigo. **Revista Cultivar HF**, Pelotas, ano 2, n. 15, p. 1-2, ago./set. 2002.
- SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 10, n.1, p. 63-68, jan. 1959.
- TEIXEIRA, I. R.; ANDRADE, M. J. B. de.; CARVALHO, J. G. de.; MORAIS, A. R. de.; CORRÊA, J. B. D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 399-408, abr./jun. 2000.
- TORO, O.; TOHME, J.; DEBOUCK, D. G. **Wild bean (*Phaseolus vulgaris* L.): description and distribution**. Cádi: CIAT, 1990.

- TRIVELLATO, M. D.; FREITAS, G. B. Panorama da agricultura orgânica. In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: UVF, 2003. p. 9-35.
- VALVERDE, J.; REILLY, K.; VILLACRECES, S.; GAFFNEY, M.; GRANT, J.; BRUNTON, N. Variation in bioactive content in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) grown under conventional and organic production systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 95, p. 1163-1171, apr. 2015.
- VAVILOV, N. I. Linnaeus species as a system. **Bulletin Applied Botanic Genetic**, Saint Louis, v. 26, n. 3, p. 109-134, 1931.
- VIDAL, V. L.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, N.; MORAES, E. A. Desempenho de feijão-vagem arbustivo, sob cultivo orgânico em duas épocas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 10-14, jan./mar. 2007.
- VIEIRA C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006.
- VIEIRA, A. R. R.; SCHNEIDER, L.; MARQUES JÚNIOR, S.; JUSTINO, R. G. B.; VONZUCCALMAGLIO, G.; SILVA, J. G. Caracterização térmica e hídrica da cultura do feijão-vagem na região da grande Florianópolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 929-936, jun. 1998.
- VIEIRA, C. Perspectiva da cultura do feijão e de outras leguminosas de grãos no país e no mundo. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 2-19.
- VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento do feijão. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 273-349.
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. 22. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.
- VRCEK, I. V.; CEPO, D. V.; RASÍČ, D.; PERAICA, M, ZUNTAR, I.; BOJÍČ, M.; MENDAS, G.; MEDÍČ-SARÍČ, M. A comparison of the nutritional value and food safety of organically and conventionally produced wheat flours. **Food Chemistry**, London, v. 143, p. 522-529, jan. 2014.
- WUTKE, E. B.; BRUNINI, O.; BARBANO, M. T.; CASTRO, J. L. de.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; BORTOLETTO, N.; PAULO, E. M.; SAKAI, M.; SAES, L. A.; AMBROSANO, E. J.; CARBONELL, S. A. M.; SILVEIRA, L. C. P. Estimativa de temperatura base e graus-dia para feijoeiro nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 55-61, 2000.
- ZIMMERMANN, M. J. O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato. 1996. p. 57-68.

ZORAN, I.; NIKOLAOS, S.; LJUBOMIR, S. Tomato fruit quality from organic and conventional production. In: PILIPAVICIUS, V. **Organic agriculture towards sustainability**. Croatia: INTECH, 2014. p. 147-170.