

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

CLAUDIA DRZEVIECKI

**RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO EM FEIJOEIRO CULTIVADO EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

CLAUDIA DRZEVIECKI

**RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO EM FEIJOEIRO CULTIVADO EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

CLAUDIA DRZEVIECKI

**RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO EM FEIJOEIRO CULTIVADO EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Betania Brum de Bortolli

PATO BRANCO

2016

Drzeviecki, Claudia

Relações de causa e efeito em feijoeiro cultivado em sistema de integração lavoura-pecuária / Claudia Drzeviecki.

Pato Branco. UTFPR, 2016

55 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Betania Brum de Bortoli

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2016.

Bibliografia: f. 48 – 55

1. Agronomia. 2. Nitrogênio 3. Clorofila I. Brum, Betania. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

**RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO EM FEIJOEIRO CULTIVADO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

por

CLAUDIA DRZEVIECKI

Monografia apresentada às ___ horas ___ min. do dia ___ de ___ de 2016 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Lisiane Fernandes Soares
UTFPR

Prof. Dr. Marcos Antônio de Bortolli

Prof. Dr. Betania Brum de Bortolli
UTFPR
Orientador

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

A meu pai Miguel, a minha mãe Jocimara e a minha irmã Camila

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre iluminar minha caminhada e proporcionar força e coragem durante essa jornada.

Agradeço a meu pai e minha mãe, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Os primeiros a incentivarem meus sonhos e acreditarem sempre no meu potencial. Gostaria de reconhecer a vocês minha imensa gratidão, por não medirem esforços para que eu chegasse nesta etapa de minha vida.

Agradeço a minha irmã Camila, por seu companheirismo, ajuda e paciência. Tenho sorte, pois já nasci com minha melhor amiga, e tenho a certeza que jamais estarei só! Agradeço a Deus, por você existir na minha vida e por sempre estar ao meu lado me apoiando, motivando e incentivando na busca de meus sonhos!

À minha orientadora, Prof^a, Dr^a Betania Brum de Bortolli, pela orientação e ensinamentos essenciais para minha formação. Agradeço pela paciência e por sempre esclarecer minhas intermináveis dúvidas.

Agradeço a todos os professores, por transmitirem seus conhecimentos, vivências e experiências! Agradeço aos amigos pelo apoio, incentivo e cumplicidade em todos os momentos!

Agradeço a todos que participaram e me incentivaram nesta etapa de minha vida!

“A pior coisa que pode acontecer na vida de uma pessoa não é quando seu projeto não dá certo, seu plano de ação não funciona ou quando a viagem termina no lugar errado. O pior é não começar. Esse é o maior naufrágio”.

Amyr Klink

RESUMO

DRZEVIECKI, Claudia. Relações de causa e efeito em feijoeiro cultivado em sistema de integração lavoura-pecuária 55 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

O desafio da agricultura moderna tem sido produzir de forma eficiente, estável e rentável. O sistema Integração Lavoura Pecuária (ILP) é uma alternativa para assegurar esse modelo de agricultura através da ocupação intensa dos recursos disponíveis no agroecossistema e da diversificação de cultivos. A cultura do feijão pode ser incluída no sistema ILP para atender a rotação de culturas e como fonte adicional de renda ao produtor. Um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelo feijoeiro é o nitrogênio. O objetivo deste trabalho é identificar as relações lineares multivariadas entre: teores de clorofila (a, b e total), e componentes de rendimento com a produtividade, em feijão em sistema de integração lavoura-pecuária. O experimento foi realizado no período de janeiro de 2016 a abril de 2016 em propriedade localizada no município de Abelardo Luz, SC. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema bifatorial 2 x 2 com três repetições. Os dados coletados foram da cultura do feijão safrinha, cultivar IAC Milênio. Foram realizadas coletas de clorofila a, b e total utilizando um clorofilômetro (ClorofiLOG®, CFL 1030) nos estádios V4, R5, R6, R7 e R8. Na colheita, nas mesmas plantas em que foi avaliada a clorofila serão coletados os componentes de rendimento da cultura de feijão (número de vagens planta⁻¹, número de grãos vagens⁻¹, altura de inserção da primeira vagem, peso de 1000 grãos e rendimento de grãos planta⁻¹). Os teores de clorofila coletados em diferentes estágios fenológicos de feijoeiro, cultivado na safrinha, em sistema de integração lavoura-pecuária não podem ser utilizados para prever a produção de grãos por planta. Os componentes de rendimento (AP, AIPV, NVP, NGV e PMG) podem ser usados para estimar a produção de grãos por planta de feijoeiro. O componente mais promissor para selecionar plantas visando incremento de Peso de grãos é o NVP, pois exerce tanto efeito direto quanto indireto sobre o RGP.

Palavras-chave: Agronomia. Nitrogênio. Clorofila.

ABSTRACT

DRZEVIECKI, Claudia. Cause and effect relations in common bean cultivated on Crop-Livestock System. 55 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2016.

The challenge of modern agriculture has been to produce in an efficient, stable and profitable way. The Crop-Livestock Integration System is an alternative to ensure this model of agriculture through intensive use of available resources in the agroecosystem and crop diversification. Bean culture can be included in the ILP system to meet crop rotation and as an additional source of producer income. One of the nutrients required in greater quantity by the bean is nitrogen. The purpose this study was to identify the multivariate linear relations between: chlorophyll content (a, b and total), and productivity components with productivity in beans in a crop-livestock integration system. The experiment was performed in the period from January 2016 to April 2016 on property located in the municipality of Abelardo Luz-SC. The experimental design was randomized blocks in a bifactorial 2 X 2 scheme with three replications. The data collected were from the bean crop, cultivar IAC Milênio. Chlorophyll a, b and total collections were performed using a chlorophyll meter (ClorofiLOG®, CFL 1030) in V4, R5, R6, R7 e R8 stages. At harvest, in the same plants where the chlorophyll was evaluated, the yield components of the bean culture (number of pods plant⁻¹, number of grains pods⁻¹, height of first pod insertion, weight of 1000 grains and yield of plant⁻¹ grains). Chlorophyll contents collected at different stages of common bean, cultivated in the “safrinha”, in a crop-livestock integration system can not be used to predict the production of grains per plant. The income components (AP, AIPV, NVP, NGV e PMG) can be used to estimate the production of grains per bean plant. The most promising component for select plants to increase weight is the NVP, because it exerts both direct and indirect effect on RGP.

Keywords: Agronomy. Nitrogen. Chlorophyll .

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Croqui experimental: disposição dos tratamentos. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.....30
- Figura 2 – Fenologia do Feijoeiro: estádios de desenvolvimento da cultura. Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgH2kAJ/botanicadofeijoeiro-morfologia>.....31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Estatísticas descritivas: média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e valor mínimo de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis RGP¹ e teores de clorofila. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.....34
- Tabela 2 – Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis RGP¹ e teores de clorofila a e b coletados em diferentes estágios fenológicos. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.....34
- Tabela 3 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do RGP¹ sobre CAV4, CBV4, CAR5, CBR5, CAR6, CBR6, CAR7, CBR7, CAR8, CBR8 de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.....35
- Tabela 4 – Estatísticas descritivas: média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e valor mínimo de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis RGP¹ e componentes de rendimento¹. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.....41
- Tabela 5 – Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis de componentes de rendimento RGP¹, AP, AIPV, NVP, NGV, NGP e PMG. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.....42
- Tabela 6 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do RGP sobre AP¹, AIPV, NVP, NGV, NGP, PMG de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016 43

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AA	Alta altura
AIPV	Altura inserção da primeira vagem
AP	Altura de planta
BA	Baixa altura
CTSBF	Comissão Técnica Sul Brasileira de Feijão
CV	Coeficiente de variação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICF	Índice de Clorofila Falker
ILP	Integração Lavoura Pecuária
m	Média
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
NG	Nitrogênio no Grão
NGP	Número de grãos por planta
NGV	Número de grãos por vagem
NP	Nitrogênio na Pastagem
NVP	Número de vagem por planta
RGP	Rendimento de grãos por planta
PMG	Peso de mil grãos
R ²	Coeficiente de determinação
S ²	Variância
SEAB	Secretaria da Agricultura e Abastecimento

LISTA DE SÍMBOLOS

*	Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.
cm	Centímetros
g	Gramas
ha	Hectare
ha ⁻¹ dia ⁻¹	Hectare por dia
Kg	Kilograma
Kg ha ⁻¹	Kilograma por hectare
nm	Nanômetro
ns	Não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.
°	Grau

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	17
3.2 MANEJO DA PASTAGEM.....	18
3.2.1 Intensidade de Pastejo.....	19
3.2.2 Adubação Nitrogenada.....	21
3.3 A CULTURA DO FEIJÃO.....	22
3.3.1 Adubação Nitrogenada na cultura do feijão.....	23
3.3.2 Teor de clorofila.....	25
3.4 CORRELAÇÕES E RELAÇÃO DE CAUSA E EFEITO.....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS TEORES DE CLOROFILA: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS.....	32
5.2 CORRELAÇÕES LINEARES SIMPLES ENTRE OS TEORES DE CLOROFILA DE FEIJOEIRO.....	33
5.3 EFEITOS DIRETOS E INDIRETOS DOS TEORES DE CLOROFILA SOBRE A PRODUÇÃO DE GRÃOS POR PLANTA.....	34
5.4 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS.....	39
5.5 CORRELAÇÕES LINEARES SIMPLES ENTRE OS COMPONENTES DE RENDIMENTO DE FEIJOEIRO.....	40
5.6 EFEITOS DIRETOS E INDIRETOS DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO SOBRE A PRODUÇÃO DE GRÃOS POR PLANTA.....	42

1 INTRODUÇÃO

A agricultura recebe o desafio de produzir alimentos de forma eficiente, estável, rentável e sustentável. O sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) é uma alternativa para assegurar esse modelo de agricultura através da ocupação intensa dos recursos disponíveis no agrossistema e da diversificação de cultivos. O sistema ILP alterna a pecuária com a produção de grãos de forma que todos os recursos da propriedade são explorados de melhor forma, possibilitando a obtenção de um sistema sustentável com garantia de competitividade e rentabilidade ao produtor.

A ILP exige manejo correto de todo o sistema para que todos os recursos sejam utilizados de forma eficiente resultando em relações positivas. O manejo correto da pastagem em termos de adubação e altura da pastagem refletem em relações sinérgicas que vão potencializar e beneficiar todo o sistema.

A adubação com nitrogênio (N) aumenta a produção de forragem, o que reduz a compactação superficial do solo ocasionada pelo pisoteio e influencia na quantidade de biomassa restante para a semeadura da cultura de verão. O pastejo resulta em muitos benefícios ao solo e as culturas sucessoras. A intensidade de pastejo deve proporcionar condições para que as áreas pastejadas acumulem fitomassa, determinando o nível de palhada residual para a implantação da cultura de verão. Além disso, o manejo da pastagem deve proporcionar boa produção animal pelo aproveitamento da pastagem e rendimento adequado da cultura de verão.

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pode ser incluída no sistema ILP para atender a rotação de culturas, ocupar a área e como uma fonte adicional de renda ao produtor. É uma das principais explorações agrícolas no Brasil e ocupa lugar de destaque na agricultura paranaense. Apresenta ampla adaptação edafoclimática e é um dos alimentos mais importantes da dieta dos brasileiros. Na safrinha é cultivado em algumas regiões do Sul Brasil principalmente com o objetivo de aproveitar os resíduos de adubo das culturas do cedo (CTSBF, 2012).

O feijão tem grande exigência em nutrientes, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos em maiores quantidades. A disponibilidade de N afeta a formação e expansão foliar e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética da

planta. Com isso a deficiência do nutriente afeta funções essenciais ao desenvolvimento da planta.

Existe correlação positiva entre o teor de clorofila, teor de N na planta e rendimento da cultura. As clorofilas são pigmentos verdes responsáveis pela absorção da luz sendo essenciais para a conversão da radiação luminosa em energia química (RAMBO et al., 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009).

O agricultor tem a seu alcance algumas ferramentas para conhecer a quantidade de clorofila nas folhas. O clorofilômetro é umas destas ferramentas de diagnóstico que mede a intensidade da cor verde das folhas. Traz vantagens ao agricultor por possibilitar leituras rápidas, instantâneas e não-destrutivas.

Com base nisso, o objetivo deste trabalho é verificar as relações lineares multivariadas dos teores de clorofila a, b e total e dos componentes de rendimento em feijão com a produtividade em combinações entre altura de pastejo, época de aplicação de nitrogênio e estádios fenológico das plantas.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo deste trabalho é verificar as relações lineares multivariadas dos teores de clorofila a, b e total e dos componentes de rendimento em feijão, com a produtividade em combinações entre altura de pastejo, época de aplicação de nitrogênio e estádios fenológico das plantas.

2.2 ESPECÍFICOS

Determinar a média e a variabilidade dos teores de clorofila nos diferentes estágios fenológicos, dos componentes de rendimento e da produtividade do feijoeiro

Verificar se existe relação linear simples entre os teores de clorofila, e os componentes de rendimento com a produtividade do feijoeiro

Desdobrar as relações lineares simples dos teores de clorofila e dos componentes de rendimento em efeitos diretos e indiretos sobre a produtividade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Atualmente a agricultura recebe o desafio de produzir alimentos em elevada quantidade e qualidade com garantia de segurança alimentar, produção de bens para humanidade e auxílio na mitigação de gases causadores do efeito estufa. Sendo assim, o modelo de agricultura tradicional, no qual se tem preparo excessivo do solo e monocultivo, aliado a práticas culturais inadequadas é uma prática insustentável, pois causa inúmeros prejuízos ao agroecossistema, como perda de produtividade, degradação dos solos e dos recursos naturais (MACEDO, 2009).

O sistema ILP pode ser definido como “a diversificação, rotação, consorciação, e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural” (ALVARENGA; NOCE, P.07, 2005) proporcionando o uso racional e sustentável das áreas agrícolas e das pastagens (GONÇALVES; FRANQUINI, 2007). “Nesse sistema alternam-se anos ou períodos de pecuária com a produção de grãos ou fibras, utilização de produtos ou subprodutos na alimentação animal” (MACEDO, P. 135, 2009), sendo necessário conciliar a produção de grãos e de animais em uma mesma área, distribuídas em diferentes épocas do ano de forma que seja garantida a estabilidade e competitividade ao produtor (SARTOR, 2009). A ILP permite maior sustentabilidade do agroecossistema quando é associada a outras práticas, tais como: rotação de culturas, semeadura direta e uso de genótipos melhorados (BALBINOT JUNIOR et al., 2009; MORAES et al., 2011).

Os objetivos do sistema ILP são recuperar ou reformar pastagens degradadas; melhorar as condições físicas e biológicas do solo com a pastagem na área de lavoura; produzir pasto, forragem conservada, e grãos para alimentação na estação da seca; diminuir a dependência de insumos externos; e reduzir custo, tanto na atividade agrícola, quanto na pecuária (ALVARENGA; NOCE, 2005).

A ILP traz como vantagens a elevada velocidade de ciclagem de nutrientes, a melhoria da qualidade do solo, a diversificação de renda, a redução de riscos de insucesso econômico e o aumento da renda por área (BALBINOT JUNIOR et al., 2009).

O sucesso do sistema está condicionado ao atendimento de cinco práticas fundamentais: correção da acidez e fertilidade do solo, uso de sistema de semeadura direta, rotação de culturas, uso de genótipos de animais e vegetais melhorados e manejo correto da pastagem (BALBINOT JUNIOR et al., 2009; CASSOL, 2003).

No Sul do Brasil áreas com sistema ILP podem ser utilizadas no inverno para produção animal com pastagens anuais de inverno como aveia, azevém, trigo, centeio; e no verão, estas mesmas áreas são destinadas ao cultivo com lavoura de milho, feijão, soja e arroz (MORAES et al., 2011). A definição da cultura de lavoura a ser implantada esbarra na aptidão do agricultor, na necessidade de rotação de culturas e na oportunidade de mercado. A escolha da cultura também leva em conta o seu ciclo, pois influi no período de utilização da pastagem subsequente que vai determinar maior ou menor produção animal pelo alongamento ou encurtamento do período de pastejo (BONA FILHO, 2002).

3.2 MANEJO DA PASTAGEM

O manejo da pastagem deve ter por objetivos a produção forrageira, a eficiência do uso da forragem produzida, estabilidade da pastagem, desempenho animal e produção animal por hectare. O sucesso da exploração está condicionado a escolha da espécie forrageira, pluviosidade e temperatura da região, fertilidade do solo, adubação, irrigação, suplementação, sistema de pastejo e taxa de lotação adequada (GOMIDE; GOMIDE, 2001).

O manejo correto da pastagem em termos de adubação e altura da pastagem refletem em relações sinérgicas que vão potencializar e beneficiar todo o sistema pela melhoria das propriedades biológicas, químicas e físicas do solo. De acordo com Correa et al.(2006), a produção de forragem é elevada com práticas de manejo como adequação da carga animal, controle de plantas daninhas e adubação.

Através do manejo, a estrutura da pastagem é manipulada visando otimizar a colheita de forragem em pastejo, criando um ambiente favorável para maximizar a produção animal (CARVALHO et al., 2001), além de determinar condições que proporcionem a implantação da cultura de verão.

3.2.1 Intensidade de Pastejo

O pastejo promove alterações nos atributos químicos e físicos do solo, cujas alturas interferem tanto no desempenho animal, como na cultura sucessora no verão (CASSOL, 2003).

A intensidade de pastejo interfere na disponibilidade de forragem ao animal e na formação da estrutura da pastagem. A estrutura da pastagem responde conforme a espécie, severidade de remoção dos tecidos e adaptação ao pastejo (GROFF et al., 2002).

O animal por meio da desfolhação pode afetar o nível de palhada residual que é a base para implantação da cultura de verão. Desta forma as alturas de manejo determinam a quantidade total de massa seca (MS) produzida, a magnitude do impacto do pisoteio animal e a quantidade de massa MS requerida no sistema (AGUINAGA et al., 2008).

O pastejo proporciona um melhor retorno e reciclagem de nutrientes pelas fezes e urina dos animais, resultando em muitos benefícios ao solo e as culturas, auxiliando no aumento da produtividade e com o tempo melhorando a qualidade do solo (CARVALHO; MORAES, 2005).

Assmann et al., (2008) destacam que o pastejo pode influenciar nos processos de ciclagem de nitrogênio (N), com sua mineralização/imobilização facilitando a decomposição da palhada, aumentando a taxa de reciclagem de N e aumentando a disponibilidade de nutrientes por meio da manutenção na superfície do solo de uma fração de nutrientes facilmente mineralizáveis.

Contudo, a biomassa deve ser bem manejada para que parte da biomassa produzida no inverno sirva de cobertura para a semeadura da cultura de verão. O manejo se dá através de ajustes da carga animal em cima da pastagem que resultam em diferentes alturas e afetam a massa de forragem ao longo do período de pastejo através de modificações do índice de área foliar (IAF). O sistema deve proporcionar condições para que as áreas pastejadas se recuperem e acumulem fitomassa para atingirem um nível de matéria seca adequado ao pastejo (ASSMANN et al., 2003; CASSOL, 2003) .

A intensidade de pastejo imposta por meio do manejo da altura do dossel forrageiro é variável em função das características morfológicas e fisiológicas da espécie forrageira e da carga animal em pastejo, podendo ser de alta intensidade quando o manejo resulta em altura do dossel baixa, e de baixa intensidade, quando a altura do dossel é alta.

Com a utilização de baixa intensidade de pastejo sobra mais cobertura no solo, ocorre maior senescência, maior teor de matéria orgânica, menor compactação do solo, maior taxa de infiltração de água, e menor perda de nutrientes, propiciando, desta forma, melhores condições físico-químicas-biológicas do solo (CARVALHO; MORAES, 2005; RISSI, 2015). Entretanto, Balbinot Junior et al., (2009), destacam que em alturas muito elevadas (30 cm) ocorre redução do consumo e da digestibilidade, por que, nessa condição, a forragem têm reduzidos teores de proteína bruta e energia, e elevado teor de fibra bruta. A maior senescência resulta em redução do nível de utilização da pastagem pelos animais.

A alta intensidade de pastejo compromete a interceptação de radiação solar pelo dossel com conseqüente redução da fotossíntese líquida da pastagem e comprometimento da rebrota. Também, não permite a seleção e como conseqüência ocorre redução do desempenho animal (CARVALHO; MORAES, 2005).

A biomassa atenua a carga aplicada pelas patas dos animais, com isso uma menor quantidade de biomassa pode ter reflexos na compactação do solo com reflexos sobre o comportamento físico do solo. Portanto, o manejo correto do componente animal é necessário para que não ocorra degradação do solo (BRAIDA et al., 2006; LANZANOVA et al., 2012).

Em sua pesquisa para avaliar o impacto de diferentes intensidades de pastejo, Souza et al. (2010), concluíram em pastagem de inverno (aveia preta + azevém) que a alta intensidade de pastejo (10 cm) pode provocar redução no carbono, nitrogênio e fósforo da biomassa microbiana, além do aumento da respiração microbiana do solo em condições de estresse hídrico.

Em pastagem de aveia preta + azevém, uma intensidade de pastejo moderada (aproximadamente 25 cm) proporciona que a massa de forragem presente no pasto apresente um dossel que privilegia tanto a colheita de forragem de alta qualidade pelo animal como à interceptação luminosa e crescimento vegetal,

além de promover o aumento dos estoques de carbono e nitrogênio total no solo (SOUZA, 2008). Em intensidades moderadas não há efeito negativo da inserção do animal no sistema, conseguindo manter o nível de qualidade biológico do solo similar ao sistema de plantio direto sem entrada de animais (SOUZA et al., 2010).

3.2.2 Adubação Nitrogenada

A adubação nitrogenada é fundamental na manutenção e sustentabilidade das pastagens, garantindo sua produtividade e evitando sua degradação (VIANA et al., 2011). Aumenta o rendimento da forragem, e ainda, pode melhorar o desempenho das culturas em sucessão devido ao aproveitamento do N residual (ASSMANN et al., 2003) .

Braida et al. (2006) destacam que a adubação de pastagem, principalmente com N, pode ser uma estratégia para reduzir a compactação superficial do solo ocasionada pelo pisoteio. A adubação da pastagem permite, com outros manejos, manter o solo da pastagem com adequada cobertura vegetal, o que evita desagregação e selamento superficial do solo, proteção do solo contra a pressão dos cascos dos animais além de preservar a capacidade de crescimento do sistema radicular da planta (FONSECA et al., 2011).

O N proporciona maior produção de biomassa, maior produção de perfilhos por planta, melhora a qualidade da pastagem e o vigor de rebrote da planta, apresentando uma maior velocidade de recuperação após o corte e maior produção de MS, o que melhora a capacidade de suporte das pastagens (CECATO et al., 2001).

Em milho, Assmann et al. (2003) observaram que plantas que receberam a maior dose de N (300 Kg ha^{-1}) no inverno não responderam a aplicação de adubação de N no verão, evidenciando, desta forma, o efeito residual da adubação de inverno. Devem ser adicionadas quantidades de N maiores do que o mínimo requerido para que a produção máxima atinja a produtividade potencial (OSAKI, 2000).

Em pastagem de triticale mais azevém Soares; Restle (2002), concluíram que a adubação nitrogenada proporcionou aumento de forma quadrática

na produção de MS, alcançando o nível ótimo de produção com 379 Kg ha^{-1} de N. Para a cultura de azevém, Osaki (2000), obteve a maior produção de MS com tratamentos de 200 e 300 Kg ha^{-1} de N, sendo a porcentagem crítica com a dose de 200 Kg ha^{-1} de N. Correa et al. (2006) concluíram que pastagens naturais com aplicação de 200 Kg ha^{-1} de N duplicam a produção de forragem, e que o N possui relação linear positiva com a produção de MS numa taxa de $13,38 \text{ Kg ha}^{-1}$ por Kg de N.

Bona Filho (2002) avaliando a contribuição da adubação nitrogenada residual da pastagem de inverno (aveia + azevém + trevo branco) no rendimento do feijoeiro relatou efeito positivo do pastejo sobre a transferência de N da pastagem para a cultura de grãos. Concluiu que a melhor combinação de aplicação N para maiores rendimento animal e vegetal, encontra-se em 100 Kg ha^{-1} na pastagem e 80 a 120 Kg ha^{-1} em feijão.

3.3 A CULTURA DO FEIJÃO

No Brasil, o cultivo do feijoeiro é uma das principais explorações agrícolas, alcançando na safra de 2014/2015 produção nacional de 3.405.987 toneladas (IBGE, 2015)

De acordo com a SEAB (2010) o feijão apresenta ampla adaptação edafoclimática, permitindo seu cultivo durante todo ano em várias unidades da Federação Brasileira, em diferentes épocas e safras. É cultivado tanto por pequenos produtores que destinam parte de sua produção para o seu consumo interno, como por grandes produtores que visam essencialmente abastecer o mercado (EMBRAPA, 2014).

O feijão é um dos componentes mais importantes da dieta dos brasileiros que contribui com proteínas, vitaminas, fibras, ferro e fornece um bom conteúdo de calorias (THUNG; OLIVEIRA, 1998; VIEIRA et al., 2008). Tem “forte apelo social e econômico, com interesse exclusivamente no mercado interno, já que o Brasil é o maior produtor e consumidor desta leguminosa no mundo” (CTSBF, P.05, 2012).

O feijão é uma cultura que pode ser incluída no sistema ILP para atender a rotação de culturas e como fonte adicional de renda ao produtor. Segundo a Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão (CTSBF, 2012), a região Sul concentra a maior parcela de produção de feijão somando mais de um milhão de toneladas (em torno de 30% do total produzido no País).

A cultura ocupa lugar de destaque na agricultura paranaense, com papel importante na economia como geradora de emprego e renda, alcançando uma renda bruta média em 2008 de R\$ 935 milhões anuais (SEAB, 2010).

O feijão safrinha é plantado em algumas regiões do Sul Brasil principalmente com o objetivo de aproveitar os resíduos de adubo das culturas do cedo. O feijão se desenvolve melhor em temperaturas amenas (em torno 21° C), assim, na safrinha, por vezes, a cultura apresenta um bom desenvolvimento, pois há a ocorrência de temperaturas mais baixas, permitindo a rápida cobertura do solo (CTSBF, 2012).

A produtividade da cultura é um caráter complexo e de extrema importância, resultante da expressão e associação de diferentes componentes de rendimento. A produtividade está condicionada a modificações morfológicas e fisiológicas que ocorrem no desenvolvimento da cultura, estando correlacionadas com as condições ambientais, com o manejo adotado e a genética do material implantado na lavoura (CARVALHO et al., 2002).

3.3.1 Adubação Nitrogenada na cultura do feijão

O feijão, assim como as demais leguminosas anuais produtoras de grãos tem o N como um dos nutrientes essenciais, em função do ciclo de cultivo e dos altos teores de N retirados pelos grãos no estágio de maturação (LOPES, 2002).

É uma planta que tem grande exigência “em nutrientes, e por possuir ciclo curto, variando de 65 a 100 dias, necessita que eles estejam prontamente disponíveis nos momentos de demanda para não limitar a produtividade” (SILVA; SILVEIRA, 2000; KLUTHCOUSKI et al., 2009).

O feijão possui sistema radicular delicado com a maior parte concentrada na camada de 0 a 20 cm de profundidade, que cessa seu crescimento

no final do ciclo vegetativo. É uma das únicas leguminosas não muito eficiente na fixação biológica de N devido ao frágil sistema radicular. Requer manejos de solo que resultem em boa macroporosidade e sem limitações químicas e físicas no perfil de solo (KLUTHCOUSKI et al., 2009).

O período de máxima velocidade de absorção do N corresponde exatamente ao período de máximo acúmulo diário de matéria seca entre 35 e 50 dias, ou seja, durante o florescimento, absorvendo de 2,0 a 5,0 Kg de N ha⁻¹ dia⁻¹. Em ambos os casos, o órgão receptor da grande maioria do material elaborado é a folha, havendo inclusive um aumento nos teores de N, nas mesmas, no referido período. Também ocorre absorção do N do solo nos estádios mais tardios da cultura, sendo que a parcela do nutriente absorvida nestas condições vai para os grãos, uma vez que, os teores nas folhas diminuem no período correspondente (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Silva e Silveira (2000) destacam que em diversos trabalhos a adubação nitrogenada em feijoeiro mostrou efeito positivo, respondendo a doses de N superiores a 100 Kg ha⁻¹. O N é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, vitaminas, pigmentos, produtos secundários, participando de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, síntese em geral, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006).

A disponibilidade de N mineral no solo afeta a taxa de formação e expansão foliar, tamanho final das folhas e taxa de senescência das folhas, e por sua vez, a conversão de radiação solar em biomassa também depende do conteúdo foliar de N (SCHRODER et al., 2000).

Em plantas com persistência de deficiência de N e redução do teor de clorofila ocorre a não utilização da luz do sol para funções essenciais como absorção de nutrientes e produção de carboidratos para seu desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2009). A planta degrada a molécula de clorofila, retranslocando o N para regiões de crescimento ativo, onde esse realiza suas funções, desta forma, as folhas com deficiência apresentam coloração verde-pálido e amarelada (FURLANI et al., 1996).

Como o fornecimento pelas bactérias do gênero *Rhizobium* é insuficiente são necessárias outras formas de suprimento de N para a cultura. O N

apresenta um manejo difícil pela grande dinâmica entre o elemento com o solo e planta (SANTOS et al., 2003).

O N que pode ser disponibilizado às plantas provém do N atmosférico, da matéria orgânica do solo, da reciclagem de N das culturas anteriores e dos fertilizantes nitrogenados de origem mineral ou orgânica (KLUTHCOUSKI et al., 2006).

Os sistemas ILP necessitam de muito nitrogênio tanto para pastagem como para a cultura de grãos, devendo-se desta forma realizar o manejo correto para que o sistema seja suprido pelo nutriente (ASSMANN et al., 2010)

As repostas das plantas ao N dependem do histórico da área de plantio, das doses de adubo nitrogenado na semeadura e em cobertura, do teor e da composição de matéria orgânica no solo, da quantidade e do tipo de palhada adicionada antes da implantação da cultura e do esquema de rotação de culturas (TEIXEIRA et al., 2010).

3.3.2 Teor de clorofila

Existe correlação positiva entre o teor de clorofila e o teor de N na planta. As clorofilas são essenciais para a conversão da radiação luminosa em energia química, seu teor na folha é influenciado por fatores bióticos e abióticos, como temperatura, estresse hídrico e luz solar (RAMBO et al., 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009; CARVALHO et al., 2012).

São pigmentos verdes responsáveis pela absorção da luz. Encontram-se nas membranas dos cloroplastos que estão contidos nas células do mesófilo, o mais ativo dos tecidos fotossintéticos. As clorofilas **a** e **b** são abundantes nas plantas verdes. Outros pigmentos envolvidos na fotossíntese são os carotenoides e as ficobilinas. O pigmento **a** é utilizado no primeiro estágio do processo fotossintético, enquanto os demais, os acessórios, auxiliam na absorção de luz e na transferência de energia radiante para os centros de reação (TAIZ; ZEIGER, 2009; STREIT et al., 2005).

A clorofila **a** (cloloração verde-azulada) e clorofila **b** (verde-amarelada) são encontradas numa proporção média de 3:1, respectivamente. Contudo, essa

proporção varia com a espécie, idade da folha e sua localização. As clorofilas a e b diferem nos substituintes de carbono C-3, onde, na clorofila a, o anel de clorofila contém um grupo metil, e na clorofila b, um grupo aldeído. A clorofila b é sintetizada através da oxidação do grupo metil da clorofila a para um grupo aldeído, através de uma enzima chamada clorofila a oxigenase (TAIZ; ZEIGER, 2009). Durante o início do esverdeamento a razão clorofila a/b é alta, indicando uma produção mais rápida de clorofila a do que b (OLIVEIRA, 2016).

As metodologias utilizadas para extração de clorofila em materiais vegetais são, em sua maioria, baseadas em métodos cujo extrato é de solventes orgânicos que incluem acetona que destroem o tecido vegetal. O clorofilômetro é uma ferramenta de diagnóstico simples e portátil que mede o teor de clorofila nas folhas realizando leituras instantâneas da intensidade da cor verde da folha, sem destruí-la. Esse equipamento vem sendo utilizado para prever o estado nutricional, o crescimento e o desenvolvimento de plantas (NETTO et al., 2005).

A determinação do teor de clorofila com uso do clorofilômetro vem sendo realizada em diversas culturas, tais como: milho (ARGENTA et al., 2001, 2002; HURTADO et al., 2011; AMARAL FILHO et al., 2005), aveia (WOLFF; FLOSS, 2008), café (NETTO et al., 2005; GODOY et al., 2008), azevém (BARBIERI JUNIOR et al., 2012) e feijoeiro (SILVEIRA et al., 2003; SORATTO et al., 2004; DIDONET et al., 2005; SANT'ANA et al., 2010).

O N é componente da molécula de clorofila, assim, baixas concentrações de clorofila refletem deficiência de N (GODOY et al., 2008). O conteúdo de clorofila correlaciona-se com o rendimento das culturas (SILVEIRA et al., 2003). Nas culturas de arroz, trigo, milho e aveia foram evidenciadas boas correlações entre a leitura do teor de clorofila e rendimento de grãos (ARGENTA et al., 2001).

Em pesquisa com a cultivar de feijão IAC Carioca, Carvalho et al. (2003) verificaram que a concentração de clorofila ($r=0,90^{**}$) correlacionou-se positivamente com o teor de N nas folhas ($r=0,87^{**}$) e com a produtividade de grãos, indicando que o teor de clorofila pode ser utilizado para estimar a produtividade de uma cultura.

Didonet et al. (2005) observaram relação direta positiva entre o aumento do teor de clorofila e incremento na massa de grãos seco na maturação fisiológica de cultivares de feijão Pérola e Jalo Precoce, cultivados em diferentes doses de N.

Avaliando a cultivar de feijoeiro BRS Horizonte, Sant'Ana et al. (2010) encontraram correlação positiva entre leitura do teor de clorofila e teor de N com a produtividade de grãos com altos coeficientes de determinação destas relações ($r= 0,82$ e $0,81$), correspondendo a um incremento de 436 Kg ha^{-1} de grãos.

Em milho, Mota et al. (2015) observaram aumento linear dos componentes de rendimento massa de mil grãos e número de grãos espiga⁻¹ com o incremento na quantidade de N aplicado na cultura. Isso provavelmente ocorreu por que o incremento da dose de N causou aumento no teor de clorofila das folhas e, conseqüentemente, em sua taxa fotossintética. (AMARAL FILHO et al., 2005) verificaram que doses maiores de N em cobertura promoveram acréscimo linear na estimativa do teor de clorofila em milho.

A determinação do teor de clorofila pelo clorofilômetro apresenta uma série de vantagens que a tornam uma opção ao agricultor, devido a leitura em poucos minutos, custo mínimo de manutenção do aparelho e realização de quantas amostras forem necessárias (ARGENTA et al., 2002).

3.4 CORRELAÇÕES E RELAÇÃO DE CAUSA E EFEITO

“Nas Ciências Agrárias, a mensuração de diversas variáveis de plantas é importante para maximizar as informações de um determinado experimento” (CARGNELUTTI FILHO et al., p. 1363, 2010). A análise estatística do tipo multivariada é uma opção para maximizar essas informações. Sua utilização “vem crescendo consideravelmente, motivando sua ampla utilização por parte dos pesquisadores” (COIMBRA et al., p. 347, 2005).

As correlações lineares de causa e efeito via análise de trilha são utilizadas em diversas culturas, tais como: feijoeiro (COIMBRA et al., 1999; CABRAL et al., 2011; ZILIO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2001), soja (NOGUEIRA et al., 2012; CARVALHO et al., 2002), milho (LOPES et al., 2007; RIOS et al., 2005), pimentão

(CARVALHO et al., 1999), canola (COIMBRA et al., 2005), arroz (MARCHEZAN et al., 2005), batata (SILVA et al., 2009), trigo (GONDIM et al., 2008). Essas análises são utilizadas nas ciências agrárias visando verificar as associações entre as variáveis, identificar a influência de componentes de produção sobre o rendimento das culturas e como auxílio na seleção de plantas no melhoramento genético. Em feijoeiro cultivado em sistema ILP não existem trabalhos utilizando as correlações lineares de causa e efeito via análise de trilha.

O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) é uma estatística utilizada para medir a força, a intensidade ou o grau de relação linear entre duas variáveis aleatórias, podendo fornecer resultados importantes (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010). O estudo das correlações é uma medida de associação que não permite concluir sobre o estudo da relação de causa e efeito. Com isso é necessário proceder a análise de trilha para investigar essa relação. A estimativa dos coeficientes de trilha mensuram os efeitos diretos e indiretos de um conjunto de variáveis sobre uma variável básica. São obtidos por meio de equações de regressão múltipla em que as variáveis são previamente padronizadas (COIMBRA et al., 1999; CARVALHO et al., 1999).

Para proceder a análise de trilha é necessário verificar o atendimento aos pressupostos (normalidade e homogeneidade dos erros, linearidade e multicolinearidade). De todos os pressupostos, os mais importantes, que causam danos mais severos em caso de violação, são a normalidade dos erros e a multicolinearidade. “Em presença de multicolinearidade, as variâncias associadas aos estimados coeficientes de trilha podem atingir valores demasiadamente elevados, tornando-os pouco confiáveis” (COIMBRA et al., p.351, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de janeiro de 2016 a abril de 2016 na propriedade do Sr. José Caetano Munhoz da Rocha Pacheco (Agropecuária Pacheco) localizada no município de Abelardo Luz, SC – (26°31'29.6754" Sul, 52°15'35.7732" Oeste; altitude 851 m). O clima da região é classificado como Cfb pela classificação de Koppen (MAACK, 1968).

Foram utilizados 12 piquetes com área média de 11850 m² cada um os quais constituem as unidades experimentais. A área total do experimento é de, aproximadamente, 14,21 ha. Em área contígua a essa há uma área de dez hectares para área de escape, na qual são mantidos os animais reguladores. O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema bifatorial 2 x 2, com três repetições. Foram avaliados dois níveis de intensidade de pastejo, caracterizadas por duas alturas de manejo da pastagem: alta altura de pastejo = 30 cm (AA) e baixa altura de pastejo = 10 cm (BA); e, duas épocas de aplicação de adubação nitrogenada: nitrogênio aplicado na cultura de grãos (NG) e nitrogênio aplicado na pastagem (NP), na forma de uréia (Figura 1).

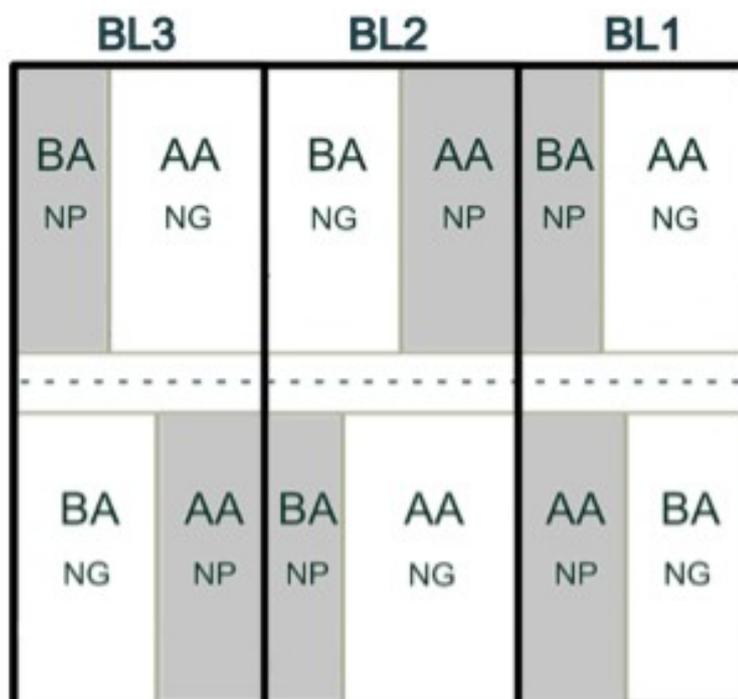


Figura 1 – Croqui experimental: disposição dos tratamentos. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.

O experimento foi implantado em uma área de sistema ILP desde 2012, com sistema de semeadura direta de forrageiras de inverno para cobertura do solo na estação fria e cultura produtoras de grãos na estação quente. A cultura antecessora foi milho destinado à produção de silagem de plantas inteiras.

Os dados foram coletados na cultura do feijão safrinha, cultivar IAC Milênio, grupo carioca, tipo III, que foi semeada no dia 27 de janeiro de 2016, em sistema de plantio direto, com espaçamento de 0,45 m. A área foi adubada no sulco com 400 Kg ha⁻¹ do formulado NPK 2-20-20. A adubação nitrogenada de cobertura nas parcelas que não receberam N na pastagem foi realizada dia 29 de fevereiro de 2016, quando a cultura estava em estágio V3-V4 com aplicação única de 222,22 Kg ha⁻¹ na forma de uréia.

Foram realizadas coletas de clorofila **a**, **b** e **total** utilizando um clorofilômetro (ClorofiLOG®, modelo CFL 1030). O ClorofiLOG (Falker Automação Agrícola, Brasil) fornece valores chamados Índice de Clorofila Falker (ICF) proporcionais à absorvância das clorofilas. Utiliza fotodiodos emissores em três comprimentos de onda (FALKER, 2008): dois emitem dentro da banda do vermelho, próximos aos picos de cada tipo de clorofila (=635 e 660nm) e um outro no infravermelho próximo (=880nm). Um sensor inferior recebe a radiação transmitida através da estrutura foliar (BARBIERI JUNIOR et al., 2012). As coletas de clorofila **a**, **b** e **total** (variáveis avaliadas) no feijoeiro foram efetuadas nos estádios V4, R5, R6, R7 e R8 (Figura 2).

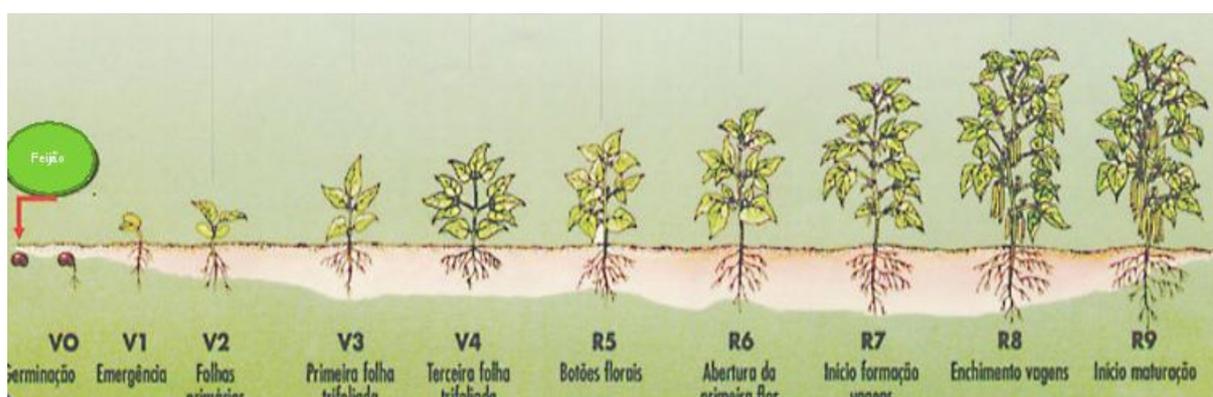


Figura 2 – Fenologia do Feijoeiro: estádios de desenvolvimento da cultura. Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgH2kAJ/botanicadofeijoeiro-morfologia>.

Foram realizadas coletas em 240 plantas previamente selecionadas ao acaso e identificadas quanto à posição na parcela. A medida foi efetuada no folíolo central de uma folha, selecionado ao acaso em cada estágio fenológico até o final do

ciclo da cultura. Foram calculadas as estatísticas: média (m), variância (S^2) e coeficiente de variação (CV) para cada uma das variáveis avaliadas (clorofila **a**, **b** e **total**, em cada um dos estágios fenológicos).

Na colheita, das mesmas plantas avaliadas quanto aos teores de clorofila (durante o ciclo da cultura) foram coletados os seguintes componentes de rendimento da cultura de feijão: número de vagens planta⁻¹; número de grãos vagens⁻¹; altura de inserção da primeira vagem; peso de grãos por planta e rendimento de grãos planta⁻¹.

Por meio de análise de correlação linear simples de Pearson, seguida de análise de trilha foram verificadas as relações lineares e os efeitos diretos e indiretos dos teores de clorofila a e b nos diferentes estágios fenológicos e dos componentes de rendimento sobre a produtividade da cultura.

As variáveis clorofila a e b nos diferentes estágios fenológicos constituíram as variáveis explicativas da primeira análise de trilha; e, os componentes de rendimento de grãos, as variáveis explicativas da segunda análise de trilha. Em ambas as análises a variável dependente ou principal foi o peso de grãos por planta. Após verificação da normalidade dos dados, foi realizada análise de estatísticas descritivas, seguida de análise de correlação linear de Pearson.

Utilizando-se a matriz de correlações de Pearson foi feito o diagnóstico da multicolinearidade adotando-se o número de condição (MONTGOMERY; PECK, 1981) como critério para classificação do grau de multicolinearidade. Conforme os critérios propostos por Montgomery e Peck (1981), quando o número de condições for menor do que 100, a multicolinearidade é caracterizada como fraca; entre 100 e 1000, a multicolinearidade é moderada a forte e, quando maior do que 1000, a multicolinearidade é severa. Variáveis causadoras de multicolinearidade foram eliminadas da análise, até a obtenção de um grau de multicolinearidade fraco entre as variáveis explicativas (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Após a verificação e eliminação de variáveis redundantes (causadoras de multicolinearidade) foi efetuada a análise de trilha entre os teores de clorofila (a e b) nos diferentes estágios e o peso de grãos por planta (Análise 1); e, entre as variáveis de componentes de rendimento e o peso de grãos por planta (Análise 2).

As análises foram realizadas no programa estatístico Genes (CRUZ, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS TEORES DE CLOROFILA: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS.

As variáveis PG e os teores de clorofila a e b nos diferentes estádios de desenvolvimento foram caracterizadas através das estatísticas descritivas (Tabela 1). As variáveis que apresentaram maior coeficiente de variação (CV), em ordem decrescente, foram PG, CBR8 e CBV4.

A variável PG apresentou média de 12,75 g com valor máximo de 37,25 g e mínimo de 2,67 g. Apresentou o maior desvio padrão entre todas as variáveis, 5,75. Quanto ao teor de clorofila a e b, as maiores médias obtidas, em ordem decrescente, foram CAR6, CAR7, CAV4 e CAR5. A variável CAR8 apresentou a pior média de teor de clorofila a. Quanto ao teor de clorofila b, as maiores médias obtidas, em ordem decrescente, foram nos mesmos estádios de desenvolvimento da clorofila a: CBR6, CBR7, CBV4, CBR5.

Os maiores teores de clorofila **a** e **b** foram obtidos nos estádios reprodutivos R6 e R7. O conteúdo de clorofila aumenta gradativamente do estágio vegetativo para o reprodutivo, em função da expansão da folha e pela maior demanda energética da planta (SOUZA et al., 2014). O maior valor do teor de clorofila **a** e **b** em V4 em relação a R5, pode ser explicado pela aplicação de N no estágio V3-V4 em algumas parcelas, que promoveu o aumento de N foliar e desta forma clorofila, uma vez que o N é componente da molécula de clorofila. O teor de clorofila **a** e **b** em R8 apresentou a pior média. Nos estádios de desenvolvimento no final do ciclo da cultura inicia a degradação natural das clorofilas quando as folhas entram em senescência. Essa degradação “visa o aumento da solubilidade do pigmento e a abolição de suas propriedades fotodinâmicas” (BORRMANN, 2009).

As variáveis que apresentaram valores mais contrastantes foram (Tabela 1): CAR8 apresentou um valor máximo de 50,3 ICF e mínimo de 8,3 ICF, com um desvio padrão de 5,78; CAV4 apresentou um valor máximo de 45,3 ICF e mínimo de 23,17, ICF com um desvio padrão de 2,95; CAR7 apresentou um valor máximo de 46,63 ICF e mínimo de 25,53 ICF, com um desvio padrão de 2,83; a

variável CAR6 apresentou um valor máximo de 44,33 ICF e mínimo de 28 ICF, com um desvio padrão de 1,86; e a variável CBV4 que apresentou um valor máximo de 20,37 ICF e mínimo de 5,13 ICF, com um desvio padrão de 2,08.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas: média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e valor mínimo de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis RGP¹ e teores de clorofila. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.

Variáveis	Estatísticas descritivas				
	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo
RGP	12,75	5,75	45,09	37,25	2,67
CAV4	36,74	2,95	8,04	45,30	23,17
CBV4	9,38	2,08	22,13	20,37	5,13
CAR5	35,96	2,42	6,74	42,67	29,77
CBR5	9,15	1,71	18,70	19,27	5,97
CAR6	38,85	2,59	6,67	44,33	28,00
CBR6	10,86	1,86	17,36	20,20	6,17
CAR7	38,22	2,83	7,39	46,63	25,53
CBR7	10,17	1,96	19,26	18,57	5,20
CAR8	34,92	5,78	16,55	50,30	8,30
CBR8	8,53	2,31	27,10	16,57	1,40

¹ RGP = Rendimento de grãos por planta; CAV4 = Clorofila a no estágio V4; CBV4 = Clorofila b no estágio V4; CAR5 = Clorofila a no estágio R5; CBR5 = Clorofila b no estágio R5; CAR6 = Clorofila a no estágio R6; CBR6 = Clorofila b no estágio R6; CAR7 = Clorofila a no estágio R7; CBR7 = Clorofila b no estágio R7; CAR8 = Clorofila a no estágio R8; CBR8 = Clorofila b no estágio R8.

5.2 CORRELAÇÕES LINEARES SIMPLES ENTRE OS TEORES DE CLOROFILA DE FEIJOEIRO

As estimativas dos coeficientes de correlação simples de Pearson avaliadas para os teores de clorofila e destes com a produção de grãos por planta são apresentadas na Tabela 2, cuja magnitude variou entre – 0,05 a 0,86.

Tabela 2 – Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis RGP¹ e teores de clorofila a e b coletados em diferentes estágios fenológicos. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016

	RGP	CAV4	CBV4	CAR5	CBR5	CAR6	CBR6	CAR7	CBR7	CAR8	CBR8
RGP	1	0,14*	0,06 ^{ns}	0,13*	0,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,18*	0,19*
CAV4		1	0,72*	0,49*	0,45*	0,22*	0,27*	0,11 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,23*	0,18*

CBV4	1	0,36*	0,32 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}
CAR5		1	0,90*	0,43*	0,43*	0,15*	0,11 ^{ns}	0,24*	0,14*
CBR5			1	0,38*	0,39*	0,15*	0,10 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CAR6				1	0,80*	0,33*	0,28*	0,23*	0,25*
CBR6					1	0,28*	0,21*	0,22*	0,23*
CAR7						1	0,81*	0,21*	0,31 ^{ns}
CBR7							1	0,18*	0,27*
CAR8								1	0,86*
CBR8									1

^{ns} Não significativo *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

¹ RGP = Rendimento de grãos por planta; CAV4 = Clorofila a no estádio V4; CBV4 = Clorofila b no estádio V4; CAR5 = Clorofila a no estádio R5; CBR5 = Clorofila b no estádio R5; CAR6 = Clorofila a no estádio R6; CBR6 = Clorofila b no estádio R6; CAR7 = Clorofila a no estádio R7; CBR7 = Clorofila b no estádio R7; CAR8 = Clorofila a no estádio R8; CBR8 = Clorofila b no estádio R8. ^{ns} Não significativo *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

O RGP está correlacionado significativamente ($\alpha= 5\%$) com quatro das dez variáveis explicativas. Na tabela 2, verificou-se que a variável que apresentou a maior correlação com a variável básica RGP foi a variável CBR8 (0,19). Essa correlação é fraca, já que $0 < r \leq 0,3$ (CARVALHO, 2004). A variável RGP também apresentou correlação fraca com as demais variáveis. Os resultados mostraram que para a cultivar IAC Milênio em ILP o maior peso de grãos não está associado aos teores de clorofila.

Na análise da multicolinearidade, conforme os critérios propostos por Montgomery e Peck (1981) foi verificado grau de colinearidade fraca entre os teores de clorofila coletados nos diferentes estágios e crescimento das plantas, sendo assim, não foi necessária a exclusão de nenhuma variável para prosseguir com a análise de trilha.

5.3 EFEITOS DIRETOS E INDIRETOS DOS TEORES DE CLOROFILA SOBRE A PRODUÇÃO DE GRÃOS POR PLANTA

Tabela 3 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do RGP¹ sobre CAV4, CBV4, CAR5, CBR5, CAR6 CBR6, CAR7, CBR7, CAR8, CBR8 de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016

Caráter	Descrição do efeito	Estimativa
	Direto sobre RGP	0,1232

	Indireto via CBV4	-0,0693
	Indireto via CAR5	0,0923
	Indireto via CBR5	-0,0547
	Indireto via CAR6	-0,0028
CAV4	Indireto via CBR6	0,0028
	Indireto via CAR7	0,0247
	Indireto via CBR7	0,0005
	Indireto via CAR8	0,0019
	Indireto via CBR8	0,0306
	Total	0,1493*
	Direto sobre RGP	-0,0957
	Indireto via CAV4	0,0893
	Indireto via CAR5	0,0681
	Indireto via CBR5	-0,0390
	Indireto via CAR6	-0,0026
CBV4	Indireto via CBR6	0,0024
	Indireto via CAR7	0,0098
	Indireto via CBR7	0,0173
	Indireto via CAR8	0,0010
	Indireto via CBR8	0,0123
	Total	0,0629^{ns}
	Direto sobre RGP	0,1901
	Indireto via CAV4	0,0598
	Indireto via CBV4	-0,0343
	Indireto via CBR5	-0,1091
	Indireto via CAR6	-0,0053
CAR5	Indireto via CBR6	0,0044
	Indireto via CAR7	0,0357
	Indireto via CBR7	-0,0365
	Indireto via CAR8	0,0019
	Indireto via CBR8	0,0246
	Total	0,1314*
	Direto sobre RGP	-0,1209
CBR5	Indireto via CAV4	0,0557

	Indireto via CBV4	-0,0308
	Indireto via CAR5	0,1715
	Indireto via CAR6	-0,0048
	Indireto via CBR6	0,0041
	Indireto via CAR7	0,0350
	Indireto via CBR7	-0,0336
	Indireto via CAR8	0,0016
	Indireto via CBR8	0,0106
	Total	0,0884 ^{ns}
	Direto sobre RGP	-0,0126
	Indireto via CAV4	0,0265
	Indireto via CBV4	-0,0198
	Indireto via CAR5	0,0803
	Indireto via CBR5	-0,0459
	Indireto via CBR6	0,0084
	Indireto via CAR7	0,0776
CAR6	Indireto via CBR7	-0,0971
	Indireto via CAR8	0,0019
	Indireto via CBR8	0,0426
	Total	0,0620 ^{ns}
	Direto sobre RGP	0,0104
	Indireto via CAV4	0,0331
	Indireto via CBV4	-0,0220
	Indireto via CAR5	0,0809
	Indireto via CBR5	-0,0467
CBR6	Indireto via CAR6	-0,0101
	Indireto via CAR7	0,0643
	Indireto via CBR7	-0,0708
	Indireto via CAR8	0,0019
	Indireto via CBR8	0,0397
	Total	0,0806 ^{ns}
CAR7	Direto sobre RGP	0,2372
	Indireto via CAV4	0,0128
	Indireto via CBV4	-0,0039

	Indireto via CAR5	0,0286
	Indireto via CBR5	-0,0179
	Indireto via CAR6	-0,0041
	Indireto via CBR6	0,0028
	Indireto via CBR7	-0,2792
	Indireto via CAR8	0,0017
	Indireto via CBR8	0,0533
	Total	0,0312^{ns}
	Direto sobre RGP	-0,3454
	Indireto via CAV4	-0,0002
	Indireto via CBV4	0,0048
	Indireto via CAR5	0,0201
	Indireto via CBR5	-0,0117
CBR7	Indireto via CAR6	-0,0035
	Indireto via CBR6	0,0021
	Indireto via CAR7	0,1918
	Indireto via CAR8	0,0015
	Indireto via CBR8	0,0465
	Total	-0,0942^{ns}
	Direto sobre RGP	0,0081
	Indireto via CAV4	0,0284
	Indireto via CBV4	-0,0123
	Indireto via CAR5	0,0436
	Indireto via CBR5	-0,0243
CAR8	Indireto via CAR6	-0,0029
	Indireto via CBR6	0,0024
	Indireto via CAR7	0,0498
	Indireto via CBR7	-0,0629
	Indireto via CBR8	0,1475
	Total	0,1772*
	Direto sobre RGP	0,1719
CBR8	Indireto via CAV4	0,0220
	Indireto via CBV4	-0,0068
	Indireto via CAR5	0,0272

Indireto via CBR5	-0,0074
Indireto via CAR6	-0,0031
Indireto via CBR6	0,0024
Indireto via CAR7	0,0735
Indireto via CBR7	-0,0934
Indireto via CAR8	0,0070
Total	0,1932*
COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO	0,1013
EFEITO DA VARIÁVEL RESIDUAL	0,9480

¹ RGP = Rendimento de grãos por planta; CAV4 = Clorofila a no estádio V4; CBV4 = Clorofila b no estádio V4; CAR5 = Clorofila a no estádio R5; CBR5 = Clorofila b no estádio R5; CAR6 = Clorofila a no estádio R6; CBR6 = Clorofila b no estádio R6; CAR7 = Clorofila a no estádio R7; CBR7 = Clorofila b no estádio R7; CAR8 = Clorofila a no estádio R8; CBR8 = Clorofila b no estádio R8;

O coeficiente de determinação (R^2), indica que as variáveis explicativas explicam apenas 10,13% da variação da variável básica ou dependente RGP (Tabela 3). O baixo coeficiente de determinação e os altos valores residuais na análise de trilha dos teores de clorofila sobre RGP, indicam que a clorofila tem baixa relação com produção de grãos por planta. A implicação desta informação é que a avaliação do teor de clorofila no feijão através do diagnóstico da quantidade de clorofila nas folhas nos diferentes estádios de desenvolvimento não serve para prever o rendimento de grãos. Desta forma, o teor de clorofila não reflete em maior produtividade da cultura do feijoeiro em sistema ILP. Wolff; Floss (2008) avaliando cultivares de aveia branca não encontraram correlações entre teores de clorofila e rendimento de grãos. Resultado contrastante foi encontrado por Argenta et al. (2002), cujas leituras com o clorofilômetro apresentaram alta relação com o rendimento de grãos na cultura do milho. Contudo, o milho, sendo uma planta C4, apresenta maior eficiência do sistema fotossintético. Além disso, o conteúdo de clorofila na folha exerce pouca influência na fotossíntese em relação ao seu potencial de rendimento, quando comparadas diferentes culturas, ou seja, uma planta com coloração mais clara pode obter maiores rendimentos comparando-se a uma planta com altos teores de clorofila. Dessa forma, pode-se relacionar o rendimento por meio do teor de clorofila apenas dentro do mesmo genótipo, e nesse

caso, há um teor de clorofila ideal a ser atingido para que a planta possa expressar seu potencial (FLOSS, 2011).

5.4 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

As variáveis RGP, AP, AIPV, NVP, NGV, NGP e PMG foram caracterizadas através das estatísticas descritivas (Tabela 4). As variáveis que apresentaram maior coeficiente de variação (CV), em ordem decrescente, foram NGP, RGP e AIPV.

A variável RGP apresentou média de 12,75 g com um valor máximo de 37,25 g e mínimo de 2,67 g. A média obtida para a variável AP foi de 69 cm, apresentando um valor máximo de 109,00 cm e um valor mínimo de 33,00 cm. Souza et al. (2003) avaliando a altura de planta e componentes de rendimento de feijão da cultivar Carioca, crescimento indeterminado, encontraram uma média aproximada de 70 cm de altura. Salgado et al. (2011) trabalhando com dois genótipos de feijão, encontraram média superior de altura, 108,9 cm, na cultivar Perola, cor carioca, e 78,66 cm na cultivar Majestoso, cor carioca, ambas de hábito indeterminado.

A média para a variável AIPV foi de 10,47 cm, com uma variação de 26,00 a 4,00 cm. Salgado et al. (2011) encontraram média superior, de 22 cm e 16,11 cm de altura de inserção da primeira vagem, respectivamente, na cultivar Perola e Majestoso.

Com relação ao NVP, a média foi de 12 vagens por planta, com um valor máximo de 32 vagens e mínimo de 4 vagens. Souza et al. (2003) observaram média de 11,3 vagens por planta. Salgado et al. (2011) encontraram média superior, 18,89 vagens por planta na cultivar Perola e Majestoso. Ramos Junior et al. (2005) avaliando os componentes da produção, produtividade de grãos, e as características tecnológicas de cultivares de feijão encontraram média de 18 vagens por planta para a cultivar IAC Carioca Eté (cor carioca, hábito indeterminado) e 14 vagens por planta para a cultivar Pérola (cor carioca, hábito indeterminado).

Quanto a variável NGV, a média foi de 4,1 grãos por vagem com uma variação de 8,60 a 1,75 grãos por vagem. Souza et al. (2003) obtiveram uma média superior, 4,7 grãos por vagem. Salgado et al. (2011) encontraram média superior, 7,48 e 8,43 grãos por vagem, respectivamente, em Perola e Majestoso. Ramos Junior et al. (2005) encontraram uma média de 5,3 grãos por vagem para a cultivar IAC Carioca Eté (cor carioca, habito indeterminado) e 5,5 grãos por vagem para a cultivar Pérola (cor carioca, habito indeterminado).

A variável NGP apresentou média de 32 grãos por planta, com um valor máximo de 152 grãos e mínimo de 12 grãos. Isto acontece devido a cada planta responder de forma diferenciada ao ambiente em que estava exposta (diferentes intensidades de pastejo e épocas de aplicação de adubação nitrogenada). A média da variável PMG foi de 252,79 g, com um valor máximo de 775,20 g e mínimo de 80,50 g. A cultivar IAC Milênio apresenta uma massa de mil grãos de 290 g (IAC-SP, 2016), média superior a encontrada no experimento.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas: média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e valor mínimo de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis RGP¹ e componentes de rendimento¹. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016.

Variáveis	Estatísticas descritivas				
	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo
RGP	12,75	5,75	45,09	37,25	2,67
AP	69,01	13,81	20,00	109,00	33,00
AIPV	10,47	4,55	43,46	26,00	4,00
NVP	12,76	5,15	40,37	32,00	4,00
NGV	4,13	0,88	21,39	8,60	1,75
NGP	52,87	24,72	46,75	152,00	12,00
PMG	252,80	82,02	32,45	775,24	80,50

¹ RGP = Rendimento de grãos por planta; AP = Altura de planta; AIPV = Altura de inserção da primeira vagem; NVP = Número de vagens por planta; NGV = Número de grãos por vagem; NGP = Número de grãos por planta; PMG = Peso de mil grãos.

5.5 CORRELAÇÕES LINEARES SIMPLES ENTRE OS COMPONENTES DE RENDIMENTO DE FEIJOEIRO

As estimativas dos coeficientes de correlação linear simples de Pearson avaliadas para as variáveis dos componentes de rendimento são apresentadas na Tabela 5, cuja magnitude variou entre - 0,02 a 0,85

Tabela 5 – Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio, para as variáveis de componentes de rendimento RGP¹, AP, AIPV, NVP, NGV, NGP e PMG. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016

	RGP	AP	AIPV	NVP	NGV	NGP	PMG
RGP	1	0,47*	-0,26*	0,80*	0,29*	0,85*	0,14*
AP		1	-0,20*	0,43*	0,29*	0,50*	-0,11 ^{ns}
AIPV			1	-0,34*	-0,02 ^{ns}	-0,30*	0,96*
NVP				1	0,03 ^{ns}	0,89*	-0,22*
NGV					1	0,45*	-0,35*
NGP						1	-0,31*
PMG							1

^{ns} Não significativo *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

¹ RGP = Rendimento de grãos por planta; AP = Altura de planta; AIPV = Altura de inserção da primeira vagem; NVP = Número de vagens por planta; NGV = Número de grãos por vagem; NGP = Número de grãos por planta; PMG = Peso de mil grãos.

O RGP está correlacionado significativamente todas as variáveis explicativas, indicando que as relações entre RGP e componentes de rendimento são complexas. Carvalho et al. (2004) destacam que a correlação é considerada forte ou fortíssima quando $0,6 < r < 1$ e fraca a média quando $0 < r \leq 0,6$. Na tabela 5, verificou-se que a variável que apresentou correlação mais forte com a variável básica RGP foi a variável NGP (0,85). O RGP também apresentou correlação forte com a variável NVP (0,80). A intensidade da correlação da variável RGP com AP (0,47), NGV (0,29) e PMG (0,14), foi de fraca a média.

A variável RGP apresentou correlação fraca negativa com a variável AIPV (-0,26). Ribeiro et al. (2001) também observaram correlação negativa da variável AIPV com o caráter rendimento (-0,68), através da estimativa de correlação em genótipos de feijão carioca, indicando que o rendimento está associado a uma menor altura de inserção da primeira vagem.

Os resultados mostraram que para a cultivar IAC Milênio elevado número de grãos por planta está associado a maior altura de planta, maior número de grãos por vagem e menor altura de inserção da primeira vagem.

5.6 EFEITOS DIRETOS E INDIRETOS DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO SOBRE A PRODUÇÃO DE GRÃOS POR PLANTA

A multicolinearidade entre as variáveis explicativas da análise de trilha foi moderada a forte com um número de condição igual a 189,10 causada por uma correlação elevada entre o NVP e o NGP. Foi eliminada a variável NGP para obtenção de multicolinearidade fraca ($nc = 65,00$) na matriz de correlações das variáveis explicativas dos componentes de rendimento. Após a verificação do atendimento aos pressupostos e exclusão da variável NGP, foi realizada a análise de trilha com as variáveis explicativas: AIPV, NGV, NVP e PMG.

Pela análise de trilha, o coeficiente de determinação (R^2), indica que as variáveis explicativas explicam 91,45% da variação da variável básica RGP (Tabela 6).

Tabela 6 – Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do RGP sobre AP¹, AIPV, NVP, NGV, NGP, PMG de 237 plantas de feijão carioca da cultivar IAC Milênio. UTFPR, Pato Branco - PR, 2016

Caráter	Descrição do efeito	Estimativa
AP	Direto sobre RGP	0,0163
	Indireto via AIPV	0,0027
	Indireto via NVP	0,3807
	Indireto via NGV	0,1226
	Indireto via PMG	-0,0547
	Total	0,4676*
AIPV	Direto sobre RGP	-0,0136
	Indireto via AP	-0,0032
	Indireto via NVP	-0,3020
	Indireto via NGV	0,0072
	Indireto via PMG	0,0470
	Total	-0,2646*
NGV	Direto sobre RGP	0,4266
	Indireto via AP	0,0047
	Indireto via AIPV	-0,0002
	Indireto via NVP	0,0287
	Indireto via PMG	-0,1741
	Total	0,2856*

	Direto sobre RGP	0,8850
	Indireto via AP	0,0070
	Indireto via AIPV	0,0046
NVP	Indireto via NGV	0,0138
	Indireto via PMG	-0,1075
	Total	0,8029*
	Direto sobre RGP	0,4918
	Indireto via AP	-0,0018
PMG	Indireto via AIPV	-0,0013
	Indireto via NVP	-0,1935
	Indireto via NGP	-0,1510
	Total	0,1440*
COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO		0,9145
EFEITO DA VARIÁVEL RESIDUAL		0,2924

¹RGP = Rendimento de grãos por planta; AP = Altura de planta; AIPV = Altura de inserção da primeira vagem; NVP = Número de vagens por planta; NGV = Número de grãos por vagem; NVP = Número de vagens por planta; PMG = Peso de mil grãos. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Analisando os efeitos diretos dos componentes de rendimento sobre a variável principal RGP, nota-se que o NVP apresentou o maior valor de efeito direto (0,8850), enquanto as outras variáveis explicativas apresentaram valores mais baixos. Cabral et al. (2011), em pesquisa avaliando por meio da análise de trilha, a relação direta e indireta existente entre rendimento de grãos de feijoeiro com seus componentes de rendimento, também relatam a variável NVP, como a variável com maior efeito direto (0,8353) sobre o rendimento. Ribeiro et al. (2001) identificaram o NVP entre as variáveis que apresentaram maior efeito direto no rendimento de grãos em feijão carioca. Coimbra et al. (1999) avaliando por meio de análise de trilha o rendimento de grãos e seus componentes, também encontraram o NVP entre as variáveis que apresentaram maiores efeitos diretos (0,8901) sobre a produtividade. Zilio et al. (2011) avaliando a contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão observaram resultados semelhantes, nos quais o NVP está entre os componentes que apresentaram maior efeito

direto sobre o rendimento. O efeito direto de NVP sobre o rendimento indica que no melhoramento genético, poderia ser explorada a seleção de plantas com maior número de vagens por planta visando obter maior rendimento de grãos.

Os efeitos indiretos contrários de PMG via NVP (-0,1935) e via NGV (-0,1511) explicam a falta de associação (r fraco e não significativo= 0,1441) entre PMG e RGP. No entanto, Coimbra et al. (1999) identificando as variáveis que evidenciam os maiores efeitos em feijoeiro observaram que o PMG está entre as variáveis com maiores efeitos diretos pronunciados.

Esse resultado corrobora os relatados observados por Cabral et al. (2011) no qual o NGV, está entre as variáveis com valores de efeito direto mais baixo. Sendo assim, pode-se afirmar que quanto menor a altura de inserção da primeira vagem, maior o número e o peso de grãos por planta.

A variável AP apresentou efeito indireto positivo sobre a produção de grãos via NVP (0,3807), ou seja, a seleção indireta para aumento de altura de planta provoca acréscimo no NVP, que por sua vez, incrementa o RGP por planta de feijoeiro. A variável AP apresentou efeito direto relativamente baixo, provavelmente, devido ao efeito indireto de NVP que foi elevado sobre ela. A variável AIPV exerce efeito indireto negativo sobre o RGP via NVP (-0,3020), sendo assim, ao aumentar a AIPV provoca-se redução no número de vagens por planta, o que afeta negativamente o RGP.

O caráter produtividade é complexo devido a este ser resultado da soma de todos os componentes de rendimento e não apenas o efeito isolado de um componente (ZILIO et al., 2011).

6 CONCLUSÕES

Os teores de clorofila coletados em diferentes estágios fenológicos de feijoeiro, cultivado na safrinha, em sistema de integração lavoura pecuária não podem ser utilizados para prever a produção de grãos por planta.

Os componentes de rendimento (AP, AIPV, NVP, NGV e PMG) podem ser usados para estimar a produção de grãos por planta de feijoeiro. Dentre esses, o mais promissor para selecionar plantas visando incremento de Peso de grãos é o NVP, pois exerce tanto efeito direto quanto indireto sobre o RGP.

REFERÊNCIAS

- AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. DE F.; ANGHINONI, I.; et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p.1523–1530, 2008. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008000900002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14/3/2016.
- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. Integração Lavoura-Pecuária. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, p. 16, 2005.
- AMARAL FILHO, J. P. R. DO; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 467 – 473, 2005.
- ARGENTA, G.; FERREIRA DA SILVA, P. R.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 519–527, 2002.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. DA; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 31, p. 715–722, 2001.
- ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S. **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná. Londrina, 2008.
- ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M.; BRUGNARA, A.; BORTOLLI, M. A. DE. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1387–1397, 2010.
- ASSMANN, T. S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A.; et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 675–683, 2003.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. DE; VEIGA, M. DA; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. ISSN 0103-8478, p. 1925–1933, 2009.
- BARBIERI JUNIOR, É.; ROSSIELLO, R. O. P.; SILVA, R. V. M. M.; RIBEIRO, R. C.; MORENZ, M. J. F. Um novo clorofilômetro para estimar os teores de clorofila em folhas do capim Tifton 85. **Ciência Rural, Santa Maria**, 2012.

BONA FILHO, A. **Integração lavoura x pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba: Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal), 2002.

BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores**. Universidade de São Paulo - Tese de Doutorado, 2009.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. DA; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **R. Bras. Ci. Solo**, **30:605-614**, n. 3, p. 605–614, 2006.

CABRAL, P. D. S.; SOARES, T. C. B.; BARCELOS, A. P. L.; SOARES, Y. J. B.; SILVA, J. A. DA. **Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L .) e seus componentes 1 Path analysis of grain yield of common bean (Phaseolus vulgaris L .) and its components**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A.; DALFOLLO, N.; BURIN, C. Consistência do padrão de agrupamento de cultivares de feijão conforme medidas de dissimilaridade e métodos de agrupamento. **Pesq. agropec. bras.Brasília**, v. 45 n.3, n. 1, p. 236–243, 2010.

CARVALHO, C. G. P. DE; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. DE; OLIVEIRA, M. F. DE; VELLO, N. A. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 311–320, 2002.

CARVALHO, F. I. F. Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. **Pelotas: UFPel, 2004.**, p. 142, 2004.

CARVALHO, G. P. DE; OLIVEIRA, V. R.; CRUZ, C. D.; CASALI, V. W. D. C. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesq. agropec. bras.Brasília**, v. 34, n. 4, p. 603–613, 1999.

CARVALHO, M. A. C.; JUNIOR, E. F.; ARF, O.; et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 445–450, 2003. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218486006>>. Acesso em: 2/3/2016.

CARVALHO, M. A. DE F.; SILVEIRA, P. M. DA; SANTOS, A. B. DOS. **Utilização do Clorofilômetro para Racionalização da Adubação Nitrogenada nas Culturas do Arroz e do Feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás, GO: Comunicado Técnico 205, 2012.

CARVALHO, P. C. DE F.; MORAES, A. DE. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. **Manejo Sustentável em Pastagem**, v. 1, p. 1–20, 2005.

CARVALHO, P. C. DE F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. ESAR H. E. C.; MORAES, A. DE; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Anais da XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 1, n. 2000, p. 853–871, 2001. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/gpep/documents/capitulos/Importancia da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo.pdf](http://www.ufrgs.br/gpep/documents/capitulos/Importancia_da_estrutura_da_pastagem_na_ingestao_e_selecao_de_dietas_pelo_animal_em_pastejo.pdf)>. .

CASSOL, L. C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo), 2003.

CECATO, U.; SANTOS, G. T.; MACHADO, M. D. A.; et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, n. 4, p. 781–788, 2001.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; CARVALHO, F. I. F. DE; COIMBRA, S. M. M.; MARCHIORO, V. S. Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 29, n. 2, p. 213–218, 1999.

COIMBRA, L. J. M.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; et al. Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 35, n.2, p. 347–352, 2005.

CORREA, D. DO A.; SCHEFFER-BASSO, S. .; FONTANELI, R. S. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. **Agrociencia**, v. X, p. 17–24, 2006.

CTSBF, C. T. S.-B. DE F. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. Florianópolis, Epagri., 2012.

DIDONET, A. D.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. DA. **Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro**. Uberlândia-MG, 2005.

EMBRAPA, E. B. DE P. A. **Feijão**. 2ª edição ed. Brasília - DF: O produtor pergunta, a Embrapa responde, 2014.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: O estudo do que está por trás do que se vê**. 5th ed. Passo Fundo:, 2011.

FONSECA, D. M. DA; MARTUSCELLO, J. A.; SANTOS, M. E. R. Adubação de pastagens: inovações e perspectivas. **XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia**, p. 13, 2011.

FURLANI, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A.; FILHO, H. G. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, 1996.

GODOY, L. J. G. DE; SANTOS, T. DA S.; JÚNIOR, R. L. V. B.; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **R. Bras. Ci. Solo**, **32:217-226**, , n. 1, p. 217–226, 2008.

GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. DE M. Utilização e manejo de pastagens. **A produção Animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, p. 808 – 825, 2001.

GONÇALVES, S. L.; FRANQUINI, J. C. Integração Lavoura-Pecuária. **Circular Técnica**, **44**, , n. ISSN 1516-7860, p. 8, 2007. Londrina, Setembro.

GONDIM, C. DE O.; ROCHA, S. V.; SEDIYAMA, C. S.; MIRANDA, G. V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agrônômicos de trigo sob desfolha. **Pesq. agropec. bras.Brasília**, v. 43, n. 1, p. 487–493, 2008.

GROFF, A. M.; MORAES, A. DE; SOUSSANA, J.-F.; CARVALHO, P. C. DE F.; LOUAULT, F. Intervalo e intensidade de desfolhação nas taxas de crescimento , senescência e desfolhação e no equilíbrio de gramíneas em associação. **R. Bras. Zootec**, v. 31. n.5, n. SEPTEMBER, p. 1912–1923, 2002.

HURTADO, S. M. C.; RESENDE, Á. V. DE; SILVA, C. A.; CORAZZA, E. J.; SHIRATSUCHI, L. S. Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1011–1017, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro - RJ, 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. DE A.; COBUCCI, T. Manejo Antecipado do Nitrogênio nas Principais Culturas Anuais. **Documentos 188. Santo Antônio de Goiás, GO**, , n. 1516-7518, p. 63, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. DA S.; LOVATO, T.; et al. Atributos Físicos do Solo em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária Sob Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 3, p. 388–393, 2012.

LOPES, A. F. ET AL. **Produção do feijoeiro comum em varzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002.

LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; et al. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 37, n.6, n. 0103-8478, p. 1536–1542, 2007.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3598, n. ISSN 1516-3598, p. 14, 2009.

MALAVOLTA, E. **Sintomas visuais de deficiência e excesso**. São Paulo: Agronômica Ceres., 2006.

MARCHEZAN, E.; MARTIN, N. T.; SANTOS, F. M. DOS; CAMARGO, E. R. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em arroz. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 35, n.5, n. 0103-8478, p. 1027–1033, 2005.

MORAES, A. DE; PIVA, J. T.; CARVALHO, F. DE. Avanços Científicos em Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. **II Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil**, v. 6, 2011.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; et al. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 512–522, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000200512&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. .

NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. D.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments , nitrogen , chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 104, p. 199–209, 2005.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUZA, L. B. DE; et al. ANÁLISE DE TRILHA E CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES EM SOJA. **Bio**, v. 28, n.6, p. 877–888, 2012. Uberlândia-MG.

OLIVEIRA, L. E. M. DE. **Biossíntese das clorofilas**. Universidade Federal de Lavras. Disponível em: http://www.ledson.ufla.br/?page_id=990 Oliveira, Luiz Edson Mota de Biossíntese das clorofilas. Acesso em: 07/11/2016, 2016.

OSAKI, F. Influência de diferentes níveis de nitrogênio sobre a produção de matéria seca na cultura do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) na região metropolitana. **Boletim técnico/IAPAR. CURITIBA-PR**, , n. ISSN 0100-3054, p. 16, 2000. Disponível em: <<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?LsisScript=UNC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008716>>.

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F. DA; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, v. 34 n.5, n. Santa Maria, p. 1637–1645, 2004.

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. DA. Componentes da produção, produtividade de grãos, e as características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v. 64, n.1, n. 0006-8705, p. 75–82, 2005. Insituto Agrônomico de Campinas, Campinas - BR.

RIBEIRO, N. D.; MELLO, R. M.; DALLA COSTA, R.; SLUSZZ, T. Correlações genéticas de caracteres agromorfológicos e suas implicações na seleção de genótipos de feijão carioca. **Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA**, v. 7, p. 93–99, 2001.

RIOS, S. DE A.; BORÉM, A.; GUIMARÃES, P. E. DE; PAES, M. C. D. Análise de trilha para carotenoides em milho 1. **Revi. Ceres**, v. 59, p. 368–373, 2005. Viçosa.

RISSI, B. F. **Produção animal em sistema de integração lavoura-pecuária em função de intensidade de pastejo e antecipação de adubação nitrogenada.** 2015.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informações Agronômicas**, , n. 68, p. 1–16, 1994.

SALGADO, F. H. M.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO, G. L. DE; et al. Comportamento de genótipos de feijão , no período da entressafra , no sul do estado de Tocantins. **Biosci. J.**, v. 27, n.1, p. 52–58, 2011. Uberlândia-MG.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B. DOS; SILVEIRA, P. M. DA. **Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro.** Goiânia, 2010.

SANTOS, A. B. DOS; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. DA; MELO, M. L. B. DE. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 38, n. 1, p. 1265–1271, 2003.

SARTOR, L. R. Eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e potássio por plantas de papuã submetidas a diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Integração lavoura-pecuária) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. p.115, 2009. Pato Branco.

SCHRODER, J. .; NEETESONA, J. .; OENEMAA, O.; STRUIKB, P. . Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production ? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, v. 66, p. 151±164, 2000.

SEAB, S. D. A. E. D. A. R. Análise da conjuntura agropecuária safra 2010/11: feijão. , , n. 41, p. 1–15, 2010.

SILVA, C. C. DA; SILVEIRA, P. M. DA. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Embrapa Arroz e Feijão - Santo Antônio de Goiás, GO.**, v. 30, n. 1, p. 87–96, 2000.

SILVA, G. O. DA; PEREIRA, A. DA S.; SOUZA, V. Q. DE; CARVALHO, F. I. F. DE; NETO, R. F. Correlações entre caracteres fenotípicos e análise de trilha para aparência e rendimento de batata. **Revista Ceres**, v. 56, n. 0034-737X, p. 63–68, 2009.

SILVEIRA, P. M. DA; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 38, n. n. 9, p. 1083–1087, 2003.

SOARES, A.; RESTLE, J. Adubação nitrogenada em pastagem de triticales mais azevém sob pastejo com lotação contínua: recuperação de nitrogênio e eficiência na produção de. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 43–51, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n1/8946.pdf>>. .

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C. DE; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 895–901, 2004.

SOUZA, A. B. DE; ANDRADE, M. J. B. DE; MUNIZ, J. A. ALTURA DE PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO DO FEIJOEIRO EM FUNÇÃO DE POPULAÇÃO DE PLANTAS. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 27, n.6, p. 1205–1213, 2003.

SOUZA, E. D. DE. Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação do solo em Sistema de Integração Agricultura-Pecuária em Plantio Direto, submetido a intensidades de pastejo. **Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Tese de Doutorado)**, p. 163, 2008.

SOUZA, E. D. DE; COSTA, S. E. V. G. DE A.; ANGHINONI, I.; et al. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto,

submetido a intensidades de pastejo. **R. Bras. Ci. Solo**, **34:79-88**, v. 34, n. 1, p. 79–88, 2010.

SOUZA, V. Q. DE; NARDINO, M.; FOLLMANN, D. N.; et al. Caracteres morfofisiológicos e produtividade da soja em razão da desfolha no estágio vegetativo. **Acta Jaboticabal Cient**, v. 42, n.3, n. 1984-5529, p. 216–223, 2014.

STREIT, N. .; CANTERLE, L. .; CANTO, M. W. DO; HECKTHEUER, L. H. . As Clorofilas. **Ciência Rural**, v. v. 35, n. Santa Maria, p. 748–755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. ed. São Paulo, SP: Artmed, 2009.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. DE; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. DE; PAES, J. M. V. Nutrição mineral do feijoeiro em influência de nitrogênio e palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de-porco. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 32, n. 3, p. 511–519, 2010.

THUNG, M. D. T.; OLIVEIRA, I. P. DE. **Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA - CNPAF, 1998.

VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; et al. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1497–1503, 2011.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. DE; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. atu ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008.

WOLFF, W. M.; FLOSS, E. L. Correlação entre teores de nitrogênio e de clorofila na folha com o rendimento de grãos de aveia branca. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1510–1515, 2008.

ZILIO, M.; COELHO, C. M. M.; SOUZA, C. A.; SANTOS, J. C. P.; MIQUELLUTI, D. J. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão. **Revista Ciência Agronômica**. v. 42, p.429–438, 2011. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.