

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

HELOIZE DUMS

**TEORES DE CLOROFILA E O RENDIMENTO DE FEIJOEIRO EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

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

HELOIZE DUMS

**TEORES DE CLOROFILA E O RENDIMENTO DE FEIJOEIRO EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

HELOIZE DUMS

**TEORES DE CLOROFILA E O RENDIMENTO DE FEIJOEIRO 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^a. Dr^a. Betania Brum de Bortolli

PATO BRANCO

2017

Dums, Heloize

Teores de clorofila e o rendimento de feijoeiro em sistema de Integração Lavoura Pecuária / Heloize Dums.

Pato Branco. UTFPR, 2017

53 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof^a. Dr^a. Betania Brum de Bortolli

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

Bibliografia: f. 41 – 50

1. Agronomia. 2. Clorofilômetro. I. Bortolli, Betania Brum de, orient. II. 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

**TEORES DE CLOROFILA E O RENDIMENTO DE FEIJOEIRO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

por
HELOIZE DUMS

Monografia apresentada às 09 horas 00 min. do dia 30 de novembro de 2017 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. Marcos de Bortolli
Mater Dei

Flávia Levinski
UTFPR

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 minha mãe Jurema e a meu pai Hilário

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

À minha família por sua capacidade de acreditar e investir em mim.

Aos meus amigos, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro melhoram tudo o que tenho produzido na vida.

Agradeço também ao meu namorado, José Matheus, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

Agradeço a todos os *professores* por me proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de *formação profissional*, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. Agradeço especialmente a minha orientadora Betania Brum de Bortolli que se fez presente em todos os momentos, pelo seu empenho e dedicação e principalmente pela sua paciência e compreensão.

"Os únicos limites das nossas realizações de amanhã são as nossas dúvidas e hesitações de hoje." - Franklin Roosevelt

RESUMO

DUMS, Heloize. Teores de Clorofila, componentes de Rendimento e o Rendimento de feijoeiro em Sistema de Integração Lavoura Pecuária. 53 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão comum e apesar de ser um alimento básico da população brasileira, sua produtividade ainda é baixa. Com isso, os programas de melhoramento buscam elevar a produtividade. O objetivo deste trabalho foi identificar se há correlação entre os teores de clorofila e o rendimento de grãos, e se há relação de causa e efeito entre os componentes de rendimento sobre o rendimento de grãos da cultura em diferentes doses de nitrogênio. O experimento foi realizado na cidade de Abelardo Luz – SC em sistema de Integração Lavoura Pecuária. O delineamento utilizado no experimento foi em esquema trifatorial 2x2x4 com parcelas subdivididas. Nas parcelas principais foram avaliados dois níveis de intensidade de pastejo caracterizado por duas alturas de manejo da pastagem, (alta altura (AA) = 30 cm e baixa altura (BA) = 15 cm), dois níveis de tempo de adubação de nitrogênio: N aplicado na pastagem (N Adubação Pastagem) e N aplicado na cultura de grãos (N adubação grãos). Nas subparcelas, que constituíram as unidades experimentais foram avaliadas quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Foram realizadas coletas de clorofila (a, b e total) utilizando um clorofilômetro (ClorofilLOG[®] modelo CFL 1030). As variáveis foram avaliadas no estágio reprodutivo da cultura (R5, R6, R7 e R8). Na colheita, as mesmas plantas utilizadas para avaliações de clorofila foram coletadas e avaliados os seguintes componentes de rendimento: rendimento de grãos por planta (RGP), altura de planta (AP), altura de inserção de primeira vagem (AIPV), comprimento médio de vagem (CMV), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP) e peso de vagem por planta (PVP). Para verificar a associação entre as variáveis produtivas da cultura (AP, AIPV, NGV, NGP, CMV e PVP) e os teores de clorofila com o RGP obteve-se os coeficientes de correlação linear simples de Pearson; e, posteriormente, realizou-se a análise de trilha para verificar os efeitos diretos e indiretos das variáveis (componentes de rendimento) sobre o rendimento da cultura. Para todas as análises estatísticas utilizou-se o Programa Genes versão 3.1. Embora significativa, a relação entre os teores de clorofila (a, b, total e a/b) com o rendimento de grãos por planta em feijoeiro é fraca. Os componentes de rendimento apresentam, em sua maioria relação positiva e elevada com o rendimento de grãos por planta. O caractere que possui maior efeito direto sobre o rendimento de grãos por planta é o NVP, nas doses 0, 50 e 100 Kg de N ha⁻¹; e, na dose 150 Kg de N ha⁻¹ foi o caractere PVP. Os caracteres AP, NVP, NGV e CVP atuam indiretamente sobre o rendimento por planta, via PVP.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, Clorofilômetro. Nitrogênio.

ABSTRACT

DUMS, Heloize. Chlorophyll content, components of yield and yield of common bean in Livestock Integration System. 52 f. TCC (Course of Agronomy), Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2017.

Brazil is the world's largest producer of common bean and although it is a staple of the Brazilian population, its productivity is still low. As a result, breeding programs seek to raise productivity. The objective of this work was to identify if there is a correlation between chlorophyll content and grain yield, and to verify the cause and effect relationships between yield components on grain yield of the crop at different nitrogen rates. The experiment was carried out in the city of Abelardo Luz - SC in the Livestock Integration System. The design used in the experiment was a 2x2x4 trifactor scheme with subdivided plots. In the main plots, two levels of grazing intensity were evaluated, characterized by two pasture management heights (high height (AA) = 30 cm and low height (BA) = 15 cm), two nitrogen fertilization times (NG) and nitrogen applied to the pasture (NP), with a dose of 200 kg ha⁻¹ as urea. In the subplots, which constituted the experimental units, four nitrogen doses (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) were evaluated. Chlorophyll collections (a, b and total) were performed using a chlorophyllometer (ClorofiLOG® model CFL 1030).

The variables were evaluated at the reproductive stage of the culture (R5, R6, R7 and R8). At harvest, the same plants used for evaluating chlorophyll were collected and evaluated the following yield components: grain yield per plant (RGP), plant height (AP), first pod insertion height (AIPV), average length of (CMV), number of grains per pod (NGV), number of grains per plant (NGP) and weight of pod per plant (PVP). In order to verify the association between the productive variables of the culture (AP, AIPV, NGV, NGP, CMV and PVP) and the chlorophyll content with the RGP, the coefficients of simple linear correlation of Pearson were obtained; and then the trail analysis was performed to verify the direct and indirect effects of the variables (yield components) on crop yield. For all statistical analyzes, the Genes Program version 3.1 was used. Although significant, the relationship between chlorophyll content (a, b, total and a / b) with grain yield per plant in common bean is low. The yield components are mostly positive and high with grain yield per plant. The character that has the greatest direct effect on the yield of grains per plant is the NVP at doses 0, 50 and 100 kg of N ha⁻¹; and at the 150 kg dose of N ha⁻¹ was the PVP character. The characters AP, NVP, NGV and CVP act indirectly on the yield per plant, via PVP.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Chlorophyllometer. Nitrogen.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos: Alta altura de pastejo (AA); Baixa altura de pastejo (BA); Aplicação de nitrogênio na pastagem (NP); Aplicação de nitrogênio no grão (NG) e nas subparcelas quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).
.....27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis, rendimento de grãos (g planta^{-1}), clorofila a, b e total nos diferentes estádios fenológicos na cultura do feijoeiro ($n=96$ plantas) submetidos a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}). Abelardo Luz – SC, 2016-2017.....29
- Tabela 2 – Coeficientes de Correlação linear simples de Pearson entre o rendimento de grãos (g planta^{-1}) e os teores de clorofila (a, b e total) nos diferentes estádios fenológicos na cultura do feijoeiro ($n=96$ plantas), submetido a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}). Abelardo Luz-SC, 2016-2017.....30
- Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis, RGP, AP, AIPV, NVP, NGP, CVP, PVP na cultura do feijoeiro ($n= 96$ plantas) submetido a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}). Abelardo Luz – SC, 2016-2017.....33
- Tabela 4 – Coeficientes de Correlação linear simples de Pearson entre o rendimento de grãos (g planta^{-1}) e os componentes de rendimento (AP, AIPV, NVP, NGP, CVP, PVP) na cultura do feijoeiro ($n= 96$ plantas), submetido a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}). Abelardo Luz-SC, 2016-2017.....35
- Tabela 5 – Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson e respectivas estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis AP, AIPV, NGV, NVP, CVP e PVP sobre o RGP submetidos a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}) na cultura do feijoeiro ($n= 96$ plantas). Abelardo Luz-SC, 2016-2017.....37

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTSBF	Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
SC	Unidade da Federação – Santa Catarina
SEAB	Secretária de Agricultura e Abastecimento
SPAD	Soil Plant Analysis Development

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Alta Altura
AIPV	Altura de inserção de primeira vagem
AP	Altura de planta
BA	Baixa Altura
CMV	Comprimento médio de vagem por planta
CV	Coefficiente de variação
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
ICF	Índice de Clorofila Falker
ILP	Integração Lavoura Pecuária
N	Nitrogênio
NG	Nitrogênio aplicado na Cultura de Grãos
NGP	Número de grãos por planta
NGV	Número de grãos por vagem
NP	Nitrogênio aplicado na pastagem
PVP	Peso de vagem por planta
RGP	Rendimento de grãos por planta

LISTA DE SÍMBOLOS

'	minutos
"	segundos
*	significativo em 5% de probabilidade de erro
%	Porcentagem
°	grau
®	marca registrada
CH ₃	metil
CHO	carboidratos
cm	centímetros
g planta ⁻¹	gramas por planta
ha	hectare
Kg	kilograma
m ²	metros quadrados
mg dm ⁻²	miligramas popr decímetro quadrado
nm	nanômetro
ns	não significativo em 5% de probabilidade de erro
α	alfa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	18
3.2 A CULTURA DO FEIJÃO E A ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	19
3.3 CLOROFILAS.....	21
3.4 MONITORAMENTO DO NITROGÊNIO.....	22
3.5 UTILIZAÇÃO DO CLOROFILÔMETRO.....	23
3.6 relações lineares e de causa e efeito entre caracteres.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.1 RELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE CLOROFILA E O RENDIMENTO DE GRÃOS.....	29
5.1.1 Caracterização dos Teores de Clorofila e Rendimento de Grãos: Estatísticas Descritivas.....	29
5.1.2 Coeficientes de Correlação.....	30
5.2 RELAÇÃO ENTRE COMPONENTES DE RENDIMENTO E O RENDIMENTO DE GRÃOS.....	33
5.2.1 Caracterização dos Componentes de Rendimento e Rendimento de Grãos....	33
5.2.2 Coeficientes de Correlação.....	35
5.2.3 Efeitos Diretos e Indiretos dos Componentes de Rendimento Sobre o Rendimento de Grãos por Planta.....	36
6 CONCLUSÕES.....	40

1 INTRODUÇÃO

A agricultura tem por desafio atender a crescente demanda por alimentos, garantindo a segurança alimentar da população de forma sustentável. Utilizar sistemas integrados de produção é uma forma de assegurar que isso ocorra causando o mínimo de impactos ambientais possíveis. O sistema de Integração Lavoura Pecuária é uma alternativa sustentável (VILELA et. al., 2008; MACEDO, 2009) que permite a diversificação da produção proporcionando o aumento da produção de alimentos e, além disso, permite ao agricultor diversificar a sua forma de renda, assegurando a produção durante todo o ano.

Rotacionando e consorciando atividades de agricultura e pecuária, o sistema de ILP propicia ao agricultor maior estabilidade econômica através da produção durante todo o ano e da diversificação da renda ao produzir não somente grãos, mas carne e/ou leite. Com grande importância para a sustentabilidade do Sul do Brasil, esse sistema se baseia na utilização de pastagens no inverno e a produção vegetal no verão (BALBINOT JÚNIOR et al., 2009).

Uma opção de cultura de verão que pode ser utilizada nesse sistema é o feijoeiro, grande parte devido ao seu ciclo curto e flexibilidade quanto a época de plantio (REICHERT, 2012) mas também por que a região é a maior produtora nacional desta commodity, sendo responsável por cerca de 35% de toda a produção nacional (CONAB, 2016).

Para garantir a produtividade da cultura, é importante que a adubação seja feita de forma a atender as necessidades da cultura. Dentre todos os elementos, o nitrogênio é o que apresenta maior demanda durante o ciclo do feijoeiro. Dessa forma, seu monitoramento é essencial para que não ocorram limitações na produtividade.

Como o nitrogênio é o elemento constituinte da molécula de clorofila, existe relação direta entre o teor de nitrogênio e a clorofila em diversas culturas, incluindo o feijão (FURLANI JÚNIOR et al, 1996; SANT'ANA; SANTOS E SILVEIRA, 2010). Com isso, é possível realizar o monitoramento do nitrogênio através de equipamentos portáteis como o clorofilômetro, que mensura o teor de clorofila da folha.

É importante salientar também a importância do estudo de caracteres correlacionados em programas de melhoramento genético para obtenção de cultivares mais produtivas. A correlação possibilita ao melhorista identificar as mudanças que ocorrem em um caráter em função da seleção de outro caráter correlacionado e ele (RAMALHO et al. 2003). Uma ferramenta importante para o melhoramento genético é o estudo dos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a produtividade de uma cultura, visando a seleção de genótipos mais produtivos.

Com isso, objetiva-se neste trabalho identificar se há correlação entre os teores de clorofila e o rendimento de grãos, e se há relação de causa e efeito entre os componentes de rendimento sobre o rendimento de grãos da cultura em diferentes doses de nitrogênio.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo deste trabalho foi identificar se há correlação entre os teores de clorofila e o rendimento de grãos, e se há relação de causa e efeito entre os componentes de rendimento sobre o rendimento de grãos da cultura, em diferentes doses de nitrogênio, no sistema de integração lavoura pecuária.

2.2 ESPECÍFICOS

Verificar se há correlação linear entre os teores de clorofila (a, b e total) e o rendimento de grãos por planta.

Verificar se há correlação linear entre os componentes de rendimento e o rendimento de grãos por planta.

Determinar os efeitos diretos e indiretos dos componentes de rendimento sobre o rendimento de grãos por planta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos são os desafios impostos na agricultura pela sociedade atual. Com o aumento populacional, cresce a demanda por alimentos que devem manter um padrão de qualidade garantindo a segurança alimentar à população. Outras demandas estão relacionadas a produção de energia e outros bens para a população. O grande desafio da agricultura é atender a estas demandas crescentes de forma a causar o mínimo de impacto ambiental, respeitando os recursos naturais (BALBINOT JÚNIOR et al., 2009).

Para reduzir a utilização de insumos aumentar a renda e melhorar a qualidade do solo, a alternativa mais adequada são os sistemas de produções intensivas, que utilizam de forma intensa os recursos disponíveis (BALBINOT JÚNIOR et al., 2009).

3.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Atualmente se discute muito a sustentabilidade na agricultura em relação aos problemas que o mal manejo pode trazer ao sistema. Para Macedo (2009), o monocultivo e a degradação de pastagens são os aspectos que mais chamam atenção em relação a este tema. O monocultivo traz problemas em relação ao aumento na incidência de pragas e doenças, concentração de nutrientes e raízes nas camadas superiores do solo, deixando a cultura menos adaptada às condições de seca. A degradação de pastagens ocorre devido ao manejo inadequado, utilização de solos de menor fertilidade, ausência de adubação de manutenção e a lotação excessiva que aceleram esse processo. Como solução, o autor aponta a utilização de sistemas de Integração Lavoura – Pecuária.

Vilela et al. (2008) também concordam que o sistema de Integração Lavoura – Pecuária é uma alternativa sustentável e acrescenta que, em princípio, este tipo de sistema pode ser implantado em qualquer local desde que as condições edafoclimáticas presentes não sejam restritivas.

A Integração Lavoura Pecuária (ILP) é um sistema agrícola que engloba atividades de agricultura e pecuária possibilitando a diversificação quanto a

utilização da área agrícola, rotacionando e consorciando estas atividades (ALVERANGA & NOCE, 2005). Esse tipo de sistema possibilita a utilização da propriedade rural durante todo o ano e assegura ao agricultor maior estabilidade econômica pela diversificação de renda, fazendo com que o agricultor não seja dependente de um produto agrícola específico.

Além destes benefícios, outros também são citados por Vilela et al. (2008): “a melhoria nas qualidades químicas, físicas e biológica do solo, quebra do ciclo de pragas, doenças e plantas daninhas e redução nos custos na recuperação/renovação de pastagens em processo de degradação”. Através da recuperação/renovação das pastagens, ocorre aumento na oferta de alimento aos animais contribuindo com a sua dieta; e, a produção de grãos pode ser utilizada para a fabricação de rações diminuindo custos e a dependência de insumos (ALVERANGA & NOCE, 2005).

O sistema de Integração Lavoura – Pecuária, baseado nos fundamentos técnicos, além de gerar incremento na produtividade vegetal e animal, desempenha grande importância para a sustentabilidade do Sul do Brasil. Uma das estratégias utilizadas no Sul do Brasil é o uso de pastagens de inverno e culturas para produção vegetal no verão, como soja, milho, feijão, etc. (BALBINOT JÚNIOR et al., 2009).

Deve-se conciliar questões técnicas e econômicas para definir quais serão as culturas que serão utilizadas no sistema, levando em consideração as características de cada região.

3.2 A CULTURA DO FEIJÃO E A ADUBAÇÃO NITROGENADA

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é um dos principais grãos da alimentação humana, sendo um dos constituintes da dieta, fornecendo nutrientes essenciais ao ser humano (MESQUITA et al., 2007).

A produção mundial de feijão no período de 2010 a 2014 foi de 23,8 milhões de toneladas. Os setes principais países produtores que juntos são responsáveis por 64% da produção mundial são: Índia e Mianmar (16%), Brasil (13%), EUA, México e Tanzânia (5%) e China (4%) (SEAB, 2016).

A produção nacional de feijão na safra 2015/16 foi de 2,51 milhões de toneladas e a área plantada foi de 2,83 milhões de hectares. A região Sul é a principal produtora respondendo por cerca de 33% da produção nacional. O Estado do Paraná é o principal produtor nacional com cerca de 23,4% do total da produção (CONAB, 2016).

A cultura é uma das principais alternativas para pequenos e médios produtores, apresentando um papel importante na economia paranaense como geradora de renda e emprego no campo (SEAB, 2016). O feijoeiro também é uma alternativa interessante para o Sistema de ILP devido a seu ciclo curto e flexibilidade de época de plantio, o que permite prolongar a utilização das pastagens (REICHERT, 2012).

Visando a redução do uso de insumos, quando fornecido adubação nitrogenada para as pastagens de inverno possibilita efeito residual do nutriente para a próxima cultura, desde que se mantenha a carga animal adequada. Assim, é possível tornar o sistema mais eficiente, reduzindo o uso de insumos (REICHERT, 2012).

Devido ao seu ciclo curto, o feijoeiro necessita de nutrientes prontamente disponíveis nos momentos de demanda, para não limitar a produtividade, sendo o nitrogênio um dos elementos mais importantes para a cultura (SILVA & SILVEIRA, 2000). Esse nutriente é absorvido pela cultura do feijão de três formas: o solo, fertilizantes e através da fixação biológica de nitrogênio (FBN). A eficiência da FBN depende de muitos fatores e pode não suprir todas as exigências da cultura para elevadas produtividades. Com isso, é necessário o uso de fertilizantes nitrogenados (CTSBF, 2012).

O nitrogênio é o elemento que contribui com grande parte dos gastos relacionadas a adubação e também o maior contribuinte com contaminações no lençol freático (ASSMAN et al., 2003).

Com isso, se faz necessário que as aplicações sejam feitas de forma racional sem prejudicar a produtividade, realizar estudos em relação a adubação nitrogenada visando a diminuição de custos com fertilizantes nitrogenados tornando-os mais eficientes e diminuindo as contaminações ambientais (SOARES et al., 2001; ASSMAN et al., 2003). Para que não haja redução da produtividade ou desperdícios

nas adubações realizadas, Wolff (2005) salienta a importância do acompanhamento das quantidades de nitrogênio para adequar as adubações necessárias.

A molécula de nitrogênio exerce muitas funções essenciais na planta. Esse nutriente faz parte das moléculas de aminoácidos essenciais que formam proteínas, sendo diretamente responsável pelo incremento no teor de proteínas nos de grãos. Também é parte constituinte da molécula de clorofila, necessário para a realização da fotossíntese. O nitrogênio também é responsável por promover o crescimento das plantas e outros componentes de produção como o número de vagens por planta e o peso de grãos (EMBRAPA, 2011). Esse nutriente é determinante no rendimento de grãos do feijoeiro tendo em vista que sua utilização tem sido positiva no país (MOREIRA et al., 2007).

3.3 CLOROFILAS

As clorofilas ocorrem nas folhas e em outras partes do vegetal, sendo os pigmentos naturais presentes nas plantas em maior abundância. A abundância destes pigmentos varia de espécie para espécie (STREIT et al. 2005), sendo formadas por complexos derivados da porfirina, tendo em seu centro moléculas de Mg (SCHOEFS, 2002).

A *clorofila a* possui capacidade de absorver entre 400 e 450 nm, enquanto que a *clorofila b* absorve na faixa de 450 e 480 nm (GROSS, 1991). As plantas apresentam aproximadamente 75% dos pigmentos totais, enquanto que a *clorofila b* é um pigmento suplementar, geralmente apresentado na razão 3:1 (BORRMANN, 2009).

A clorofila é uma mistura de duas substâncias relacionadas, *clorofila a* (verde azulada) e *clorofila b* (verde amarelada), a única diferença entre as duas clorofilas é que a metila (-CH₃) na cadeia lateral da *clorofila a* é substituída por um grupo formila (-CHO) na *clorofila b* (EMBRAPA, 2002).

Como o nitrogênio é constituinte da molécula de clorofila, geralmente existe alta correlação entre a clorofila e o seu teor na planta. Diversos autores relatam a viabilidade de se utilizar um medidor portátil, avaliando os teores de

clorofila, como indicativo do estado nutricional do feijoeiro (SILVEIRA, BRAZ & DIDONET, 2003; FURLANI JÚNIOR et al., 1996; CARVALHO et al., 2003; SORATTO, CARVALHO & ARF, 2004).

3.4 MONITORAMENTO DO NITROGÊNIO

A adubação nitrogenada normalmente é baseada em recomendações tradicionais. Podem ocorrer reduções de rendimento caso a adubação seja subestimada, ou se for superestimada, pelo uso desnecessário do adubo podem ocorrer prejuízos ao meio ambiente e aumento nos custos (SILVEIRA, BRAZ & DIDONET, 2003).

Para realizar o monitoramento de nitrogênio nas plantas tem sido utilizado indicadores de planta que auxiliam na quantidade e época de aplicação deste nutriente na cultura (LOPES et al., 2012). Os autores acrescentam que um indicador ideal deve detectar a deficiência e o excesso do nutriente levando em consideração o sistema solo-planta. Para monitoramento, existem parâmetros como o teor de nitrogênio na folha e a determinação do teor relativo de clorofila na folha.

A diagnose foliar leva em consideração que as folhas refletem o seu estado nutricional mais adequadamente e respondem de maneira rápida as variações de nutrientes no solo (MALAVOLTA, VITTI & OLIVEIRA, 1997). Para Argenta (2001) a determinação do teor relativo de clorofila na folha tem por fundamento a relação positiva entre teor de clorofila e o teor de nitrogênio na planta, sendo o método mais estudado. A utilização de um equipamento portátil, que realize uma medição instantânea sem destruir o material vegetal, surge como uma alternativa para monitoramento de N nas plantas (TAKEBE & YONEYAMA, 1989).

Os métodos tradicionais de quantificação de clorofila em folhas são relativamente demorados e necessita coleta destrutiva do material. Porém, com a utilização de medidores portáteis a determinação de clorofila se tornou mais rápida e fácil podendo ser realizada a campo não destruindo o material vegetal (RICHARDSON, DUGAN & BERLYN, 2002).

3.5 UTILIZAÇÃO DO CLOROFILÔMETRO

Dentre os medidores portáteis que estão em circulação, os modelos SPAD – 502 e ClorofiLOG[®] estão sendo utilizados nos mais diversos estudos (SILVA, 2014).

O SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) é o aparelho mais difundido e o pioneiro. Possui diodos que emitem luz na faixa do vermelho (650nm) e do infravermelho (940nm). A luz na faixa do vermelho situa-se próxima de dois comprimentos associados a atividades da clorofila enquanto o comprimento de onda do infravermelho é utilizado como referência compensatória entre diferenças na espessura ou na quantidade de água presente na folha. Utilizando a folha como amostra, a luz que passa por esta atinge um receptor que converte a luz transmitida em sinais elétricos que são convertidos em digitais. Estes sinais são utilizados para calcular valores SPAD que correspondem aos teores de clorofila presentes na folha amostrada (MARKWELL, OSTERMAN & MITCHELL, 1995; BARBIERI JÚNIOR, 2009).

O aparelho chamado ClorofiLOG[®] modelo CFL 1030 é produzido por FALKER Automação Agrícola. A empresa destaca que este é o medidor portátil de mais recente lançamento no mercado. Este aparelho trabalha com emissões em três comprimentos de onda, enquanto o SPAD trabalha com leituras em dois comprimentos de onda. As leituras fornecidas por este aparelho são denominadas valores ICF (Índice de Clorofila Falker) e são dados em unidades adimensionais. O aparelho fornece valores relacionados a absorbância das clorofilas a, b e total (a+b) (FALKER, 2008).

Este aparelho pode ser utilizado em diversas culturas como milho, cereais de inverno, feijão, soja, arroz, algodão, cana, café, fumo, pastagens, frutíferas, etc., para realizar a medição do teor de clorofila na folha, sendo uma forma prática (FALKER, 2009).

Os teores de clorofila na folha correlacionam-se com o teor de N em diversas culturas como feijão (FURLANI JUNIOR et al, 1996; Sant'Ana; Santos & Silveira 2010); milho (ARGENTA et al, 2001; GODOY et al, 2007; HURTADO et al. 2011) azevém (BARBIERI JÚNIOR et al 2012), aveia (WOLFF, FLOSS, 2008), arroz

(POCOJESKI et al 2012; BARBOSA FILHO et al., 2008) e feijoeiro (CARVALHO et al, 2003; DIDONET et al., 2005; FURLANI JÚNIOR et al., 1996, SANT'ANA et al, 2010) assim como com o rendimento de algumas culturas: batata (GIL et al, 2002), milho (MOTA et al. 2015; AMARAL FILHO et al., 2005) e feijão (SILVEIRA, BRAZ & DIDONET, 2005; SANT'ANA, SANTOS & SILVEIRA et al., 2010).

Para determinar a necessidade e a época mais adequada para a aplicação de N, o uso do clorofilômetro portátil se mostra muito eficaz. O clorofilômetro permite estimar a necessidade do nutriente na própria planta, reduzindo gastos com fertilizantes e diminuindo os riscos de poluição por lixiviação (EMBRAPA, 2016).

3.6 RELAÇÕES LINEARES E DE CAUSA E EFEITO ENTRE CARACTERES

O Brasil é o maior produtor de feijão comum e apesar de ser um alimento básico da população brasileira, seus níveis de produção ainda são baixos quando se observa a média nacional (TSUTSUMI et al., 2015). Com isso, os programas de melhoramento do feijoeiro buscam a obtenção de cultivares mais produtivas em busca de uma elevada produtividade (CARMO et al. 2007).

Em programas de melhoramento, o estudo de caracteres correlacionados tem tido grande importância (KUREK et al, 2001). A correlação entre caracteres é um parâmetro muito importante pois possibilita aos melhoristas identificar as mudanças que ocorrem em um caráter em função da seleção de outro caráter correlacionado e ele (RAMALHO et al. 1993).

O coeficiente de correlação linear indica que existe uma relação linear entre duas variáveis e que a mudança de uma variável sempre implica na mudança do valor médio da outra variável. Quanto mais próximo de um, mais forte é a correlação entre essas variáveis e quando for igual a zero significa a falta de relação linear. Quando o coeficiente é positivo ocorre aumento ou diminuição nas duas variáveis e quando negativo indica que uma variável aumenta e outra diminui (CHARNET et al., 2008).

O uso da correlação é importante pois permite, ao analisar a magnitude do coeficiente, avaliar a influência de um caráter sobre outro. Porém, esse

coeficiente pode causar equívocos na seleção, podendo não ser uma medida real de causa e efeito. O coeficiente de correlação entre duas variáveis pode ser efeito de uma terceira variável ou de um grupo de variáveis sobre estas duas variáveis (CRUZ et al. 2002).

Devido a esta inter-relação entre as variáveis, tem sido utilizado a metodologia de análise de trilha (*“path analysis”*). Com essa técnica, é possível conhecer os efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a um determinado caráter considerado de maior importância (CRUZ & CARNEIRO, 2012).

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., 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Abelardo Luz – SC em uma propriedade particular (Agropecuária Pacheco) utilizada no sistema de Integração Lavoura – Pecuária, em sistema de plantio direto. O município está situado a 851 metros de altitude, com latitude de 26° 34' 2" Sul e longitude de 52° 20' 2" Oeste. O clima é classificado como Cfb pela classificação climática de Köppen (MAACK, 1968). O experimento foi conduzido durante o período de dezembro de 2016 a março de 2017 sendo que a cultura antecessora ao feijão foi o azevém.

Foram utilizados 12 piquetes com área média de 11850 m² onde a área total do experimento é de, aproximadamente 14,21 ha.

O método de pastejo foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável (MOOT & LUCAS, 1952), utilizando novilhos cruzados entre as raças nelore e charolês.

O delineamento utilizado no experimento foi em esquema trifatorial 2x2x4 com parcelas subdivididas. Nas parcelas principais foram avaliados dois níveis de intensidade de pastejo caracterizado por duas alturas de manejo da pastagem, (alta altura (AA) = 30 cm e baixa altura (BA) = 15 cm), duas épocas de aplicação de adubação nitrogenada, (nitrogênio aplicado na cultura de grãos (NG) e nitrogênio aplicado na pastagem (NP)), com dose de 200 kg ha⁻¹ na forma de uréia. Nas subparcelas, que constituíram as unidades experimentais foram avaliadas quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) conforme croqui (Figura 1).

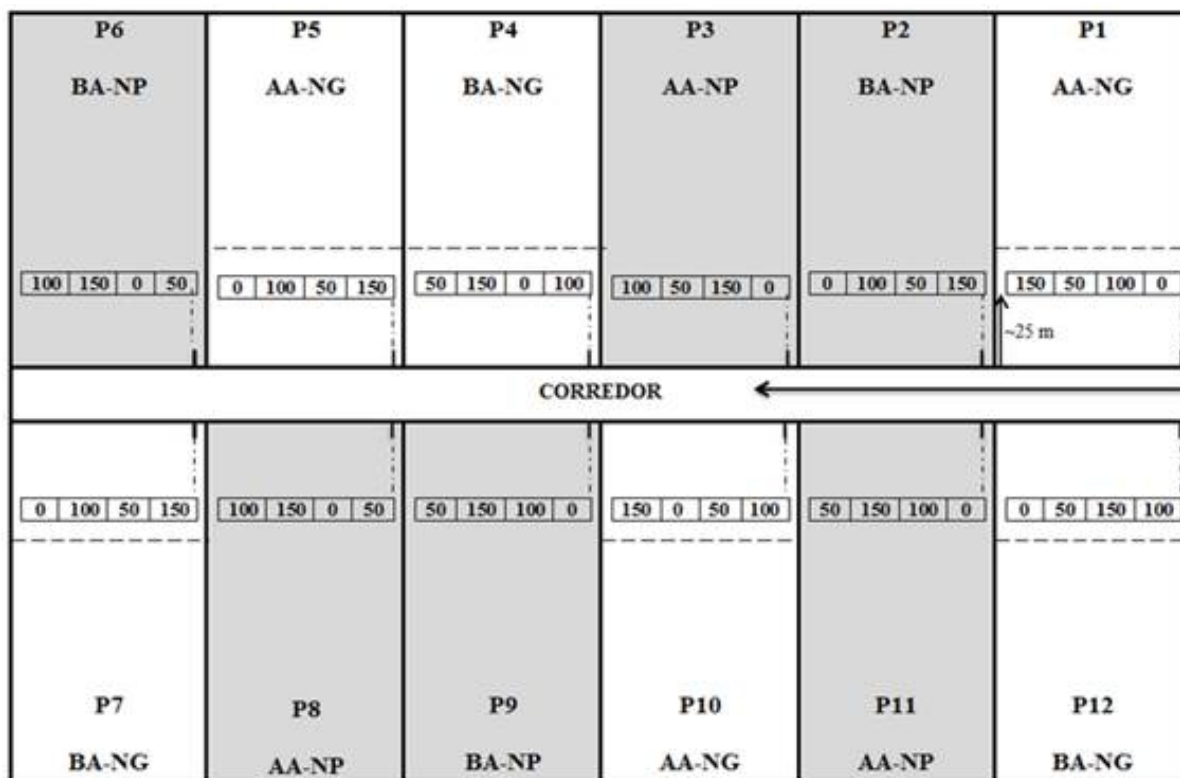


Figura 1 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos: Alta altura de pastejo (AA); Baixa altura de pastejo (BA); Aplicação de nitrogênio na pastagem (NP); Aplicação de nitrogênio no grão (NG) e nas subparcelas quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

Os dados foram coletados na cultivar IPR Tuiuiu, que foi semeada no dia 01 de dezembro de 2016, a adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ com formulação 08-20-20. A profundidade de semeadura foi de 3-5 cm, com população final de 300 mil plantas ha⁻¹ e espaçamento de 0,45 m. A adubação de cobertura foi realizada em V3, com 100 kg ha⁻¹ de N.

Foram realizadas coletas de clorofila a, b e total utilizando um clorofilômetro (ClorofiLOG[®] modelo CFL 1030). As variáveis foram avaliadas no estágio reprodutivo da cultura (R5, R6, R7 e R8). As leituras foram realizadas em 384 plantas selecionadas ao acaso e identificadas quanto a posição na subparcela. Em cada planta, foram realizadas três leituras em folhas completamente desenvolvidas, em diferentes folíolos, localizados no terço médio e superior da planta, resultando em 1152 avaliações por estágio fenológico (384 plantas x 3 leituras/planta) e 4608 avaliações até o final da cultura. Para fins de análises de correlação de Pearson e de trilha, considerou-se n=96 plantas (384/4 doses), ou

seja, a verificação da relação entre as variáveis foram feitas em cada uma das doses.

Na colheita, as mesmas plantas utilizadas para avaliações de clorofila nos diferentes estádios fenológicos foram coletadas e avaliados as seguintes variáveis: rendimento de grãos por planta (RGP), altura de planta (AP), altura de inserção de primeira vagem (AIPV), comprimento médio de vagem (CMV), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP) e peso de vagem por planta (PVP).

Para cada caractere, foi testado o pressuposto de normalidade, determinadas estatísticas descritivas como média, mínimo, máximo, coeficiente de variação e desvio padrão. Para verificar a associação entre as variáveis produtivas da cultura (RGP, AP, AIPV, NGV, NGP, CMV e PVP) obteve-se os coeficientes de correlação linear simples de Pearson e posteriormente, realizou-se a análise de trilha para verificar os efeitos diretos e indiretos das variáveis (componentes de rendimento) sobre a produtividade da cultura. Para todas as análises estatísticas utilizou-se o Programa Genes versão 3.1 (CRUZ, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 RELAÇÃO ENTRE OS TEORES DE CLOROFILA E O RENDIMENTO DE GRÃOS

5.1.1 Caracterização dos Teores de Clorofila e Rendimento de Grãos: Estatísticas Descritivas

Independente da dose de N aplicado, a média dos teores de clorofila a e clorofila total estabilizaram ao atingir o florescimento, até em R8(Tabela 1). Outros autores como Silveira, Braz & Didonet (2003) e Sant' Ana, Santos & Silveira (2010) verificaram que os teores de clorofila foram crescentes até o início do florescimento.

Há aumento gradativo nos teores de clorofila conforme ocorre a expansão foliar, sendo que folhas jovens apresentam menor conteúdo de clorofila (CASAROLI et al., 2007) e a partir de determinada disponibilidade de N ocorre consumo de luxo do nutriente, que se acumula na forma de nitrato na planta, e nessa forma não se associa a molécula de clorofila (DWYER, ANDERSON & MA, 1995). O clorofilômetro não é influenciado pelo consumo de luxo nas plantas devido a forma com que o nutriente se acumula na planta (BLACKMER & SCHEPERS, 1994).

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis, rendimento de grãos (g planta^{-1}), clorofila a, b e total nos diferentes estádios fenológicos na cultura do feijoeiro ($n=96$ plantas) submetidos a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}). Abelardo Luz – SC, 2016-2017.

Variável	Doses											
	0			50			100			150		
	Média	CV	DP	Média	CV	DP	Média	CV	DP	Média	CV	DP
RGP	9,85	54,57	5,37	14,96	58,72	8,78	14,94	58,05	0,23	14,94	57,11	8,53
CAR5	34,01	8,23	2,80	35,84	4,63	1,66	35,98	4,47	0,00	35,98	4,65	1,67
CBR5	8,99	13,45	1,21	10,10	10,63	1,07	10,35	12,06	1,25	10,41	10,64	1,11
CA/CBR5	3,82	10,52	0,40	3,57	7,01	0,25	3,51	9,68	0,34	3,48	5,54	0,01
CTR5	43,00	8,62	3,71	45,94	5,76	2,65	46,33	5,92	2,74	46,38	5,79	2,69
CAR6	34,27	7,48	2,56	36,14	5,72	2,07	36,27	4,93	1,79	36,02	5,83	2,10
CBR6	9,40	14,67	1,38	10,83	12,12	0,01	11,01	11,94	1,32	10,84	12,15	0,01
CA/CBR6	3,69	9,77	0,36	3,38	10,31	0,35	3,32	8,47	0,28	3,36	8,61	0,29
CTR6	43,67	8,70	3,80	46,97	7,30	3,43	47,28	6,31	2,98	46,86	7,09	3,32
CAR7	32,91	7,05	2,32	34,01	6,82	2,32	34,20	6,31	2,16	34,94	5,52	1,93
CBR7	9,09	17,49	1,59	10,14	18,54	1,88	10,28	17,17	1,76	10,81	12,15	0,01
CA/CBR7	3,69	11,57	0,43	3,43	12,54	0,43	3,39	9,19	0,02	3,30	11,80	0,39
CTR7	42,00	9,12	3,83	44,16	9,32	4,12	44,48	8,59	3,82	45,75	7,99	3,66

CAR8	32,50	8,06	2,62	33,96	9,02	3,06	34,19	8,64	2,95	34,74	7,68	2,67
CBR8	8,45	18,33	1,55	9,22	17,85	1,65	9,59	19,67	1,89	10,04	18,65	1,87
CA/CBR8	3,93	12,52	0,49	3,75	9,21	0,02	3,65	10,48	0,02	3,27	12,1	0,36
CT8	40,95	10,04	4,11	43,18	10,42	4,50	43,78	10,57	4,63	44,77	9,96	4,46

RGP = Rendimento de grãos por planta; CAR5 = Clorofila a no estágio R5; CBR5 = Clorofila b no estágio R5; CA/CBR5 = relação clorofila a/clorofila b no estágio R5; CTR5 = Clorofila total no estágio R5; CAR6 = Clorofila a no estágio R6; CBR6 = Clorofila b no estágio R6; CA/CBR6 = relação clorofila a/clorofila b no estágio R6; CTR6 = Clorofila total no estágio R6; CAR7 = Clorofila a no estágio R7; CBR7 = Clorofila b no estágio R7; CA/CBR7 = relação clorofila a/clorofila b no estágio R7; CTR7 = Clorofila total no estágio R7; CAR8 = Clorofila a no estágio R8; CBR8 = Clorofila b no estágio R8; CA/CBR8 = relação clorofila a/clorofila b no estágio R8; CTR8 = Clorofila total no estágio R8.

As menores médias de teores de clorofila foram observadas no momento do enchimento de grãos da cultura (R8) devido ao início da degradação natural das clorofilas quando as folhas entram em senescência (BORRMANN, 2009).

A variável que apresentou os maiores CV foi o RGP. Na maioria das culturas tem se observado maiores valores de CV para as variáveis produtivas em relação às demais, devido ao maior período em que aquelas permanecem no campo, sob efeito ambiental (NOBREGA, 2008).

5.1.2 Coeficientes de Correlação

Em ausência de N em cobertura no feijoeiro, o RGP apresentou correlação significativa ($\alpha=5\%$) com oito das dezesseis variáveis explicativas (Tabela 2). O maior coeficiente de correlação foi encontrado na relação entre RGP e CBR8 ($r = 0,406$). De forma geral, a partir do estágio fenológico R7 as correlações foram significativas e aumentaram sua magnitude em R8.

Tabela 2 – Coeficientes de Correlação linear simples de Pearson entre o rendimento de grãos (g planta⁻¹) e os teores de clorofila (a, b e total) nos diferentes estádios fenológicos na cultura do feijoeiro (n=96 plantas), submetido a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Abelardo Luz-SC, 2016-2017.

Variáveis	DOSES			
	0	50	100	150
CAR5 x RGP	0,025 ^{ns}	0,331*	-0,207*	0,150 ^{ns}
CBR5 X RGP	0,072 ^{ns}	0,261*	0,213*	0,324*
CA/CBR5 X RGP	-0,081 ^{ns}	-0,198 ^{ns}	-0,176 ^{ns}	-0,386*
CTR5 X RGP	0,042 ^{ns}	0,313*	0,222*	0,227*
CAR6 X RGP	0,065 ^{ns}	0,253*	0,278*	0,082 ^{ns}
CBR6 X RGP	0,127 ^{ns}	-0,264*	0,293*	0,167 ^{ns}
CA/CBR6 X RGP	-0,136 ^{ns}	-0,198 ^{ns}	-0,229*	-0,186 ^{ns}

CTR6 X RGP	0,090 ^{ns}	0,257*	0,296*	0,120 ^{ns}
CAR7 X RGP	0,213*	0,234*	0,158 ^{ns}	0,097 ^{ns}
CBR7 X RGP	0,265*	0,286*	0,171 ^{ns}	0,134 ^{ns}
CA/CBR7 X RGP	-0,238*	-0,283*	0,164 ^{ns}	-0,138 ^{ns}
CTR7 X RGP	0,239*	0,262*	0,168 ^{ns}	0,121 ^{ns}
CAR8 X RGP	0,336*	0,334*	0,241*	0,223*
CBR8 X RGP	0,406*	0,434*	0,244*	0,230*
CA/CBR8 X RGP	-0,404*	0,393*	0,214*	0,240*
CT8 X RGP	0,367*	0,386*	0,253*	0,230*

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

RGP = Rendimento de grãos por planta; CAR5 = Clorofila a no estádio R5; CBR5 = Clorofila b no estádio R5; CA/CBR5 = relação clorofila a/clorofila b no estádio R5; CTR5 = Clorofila total no estádio R5; CAR6 = Clorofila a no estádio R6; CBR6 = Clorofila b no estádio R6; CA/CBR6 = relação clorofila a/clorofila b no estádio R6; CTR6 = Clorofila total no estádio R6; CAR7 = Clorofila a no estádio R7; CBR7 = Clorofila b no estádio R7; CA/CBR7 = relação clorofila a/clorofila b no estádio R7; CTR7 = Clorofila total no estádio R7; CAR8 = Clorofila a no estádio R8; CBR8 = Clorofila b no estádio R8; CA/CBR8 = relação clorofila a/clorofila b no estádio R8; CTR8 = Clorofila total no estádio R8.

No tratamento em que foi aplicado 50 kg ha⁻¹ de N, o RGP apresentou correlação significativa ($\alpha=5\%$) com quatorze das dezesseis variáveis explicativas. O maior coeficiente de correlação, assim como na dose zero, também foi observado na relação entre RGP x CBR8 ($r= 0,4342$). Todas as correlações significativas apresentaram sentido positivo ($r>0$), exceto a de CBR6 e CA/CBR7 com RGP. As correlações com maior magnitude foram encontradas no estádio fenológico R8.

No tratamento em que foi aplicado 100 Kg ha⁻¹ de N, o RGP apresentou correlação significativa ($\alpha=5\%$) com onze das dezesseis variáveis explicativas. O maior coeficiente de correlação foi encontrado na relação entre RGP x CTR6 ($r=0,2959$). Todas as correlações significativas apresentaram sentido positivo ($r>0$) exceto CAR5 e CA/CBR6 com RGP.

Com 150 Kg ha⁻¹ de N em cobertura, o RGP apresentou correlação significativa ($\alpha=5\%$) com sete das dezesseis variáveis explicativas. O maior coeficiente de correlação foi encontrado na relação entre RGP x CBR5 ($r= 0,3242$). Todas as correlações significativas apresentaram sentido positivo ($r>0$), exceto a de CA/CBR5 com RGP.

Todas as correlações variaram de fraca ($0,0 < r \leq 0,3$) a regular ($0,3 < r \leq 0,6$), exceto na dose de 100 kg ha⁻¹, na qual todas as correlações foram de magnitude fraca ($0,0 < r \leq 0,3$). Isso significa que apesar de existir relação linear positiva e significativa entre os teores de clorofila e o rendimento de grãos em feijoeiro, essa relação não é forte o suficiente para inferir que acréscimos nos teores de clorofila serão acompanhados por acréscimos significativos no rendimento de grãos.

Em estudos anteriores verificou-se elevada correlação linear entre teor de clorofila e rendimento de grãos na cultura do feijoeiro. No estudo de Sant' Ana, Santos & Silveira (2010) foram testadas cinco doses de nitrogênio e as avaliações de clorofila foram realizadas entre 17 e 45 dias após a emergência. A correlação entre essas variáveis encontrada foi de $r=0,814$. Carvalho et al. (2003) realizaram avaliações de clorofila no florescimento pleno e observaram elevada correlação entre teor de clorofila e a produtividade ($r=0,90$). Para a cultivar de feijoeiro IAC Carioca, com avaliação de clorofila em pleno florescimento, Soratto, Carvalho & Arf (2004) relatam coeficiente de correlação igual a 0,55 e 0,79 entre teor de clorofila (mg dm^{-2}) e produtividade (Kg ha^{-1}) em sistema de semeadura convencional e direta, respectivamente.

Em contraste com estudos realizados pelos autores citados anteriormente, esse trabalho verificou correlações que variaram de fraca a regular, sendo as maiores correlações encontradas na fase de enchimento de grãos. Porém, os estudos anteriores têm em comum o fato de que as plantas utilizadas para avaliação de clorofila não foram as mesmas nas quais se avaliou o rendimento de grãos, além disso, foram correlacionados os teores de clorofila com a produtividade da cultura (por área), e não com o rendimento de grãos por planta como foi realizado no presente estudo.

Em estudo (ainda não publicado) realizado com feijão carioca cultivar IAC Milênio, Drzewiecki (2016) utilizando a mesma metodologia do presente estudo encontrou correlações fracas dos teores de clorofila com o rendimento de grãos por planta.

A diferença de resultados desse estudo com os demais mostra que a coleta de teores de clorofila e de rendimento de grãos de forma mais criteriosa, ou seja, planta a planta (como feito neste estudo), reduz a magnitude da associação linear entre essas variáveis. A observação de variáveis respostas em cada planta elimina os erros associados aos procedimentos amostrais, aumentando a confiabilidade dos resultados (BRUM, 2009).

Dessa forma, infere-se que a realização de análises de correlação nas quais as plantas coletadas para avaliar a clorofila são diferentes daquelas utilizadas para verificar o rendimento de grãos; e, ou a verificação da correlação entre a média

de um grupo de plantas com a produtividade por área, pode levar a obtenção de relação elevada não devido a uma relação direta entre a clorofila e o rendimento de grãos, mas devido ao efeito de outras variáveis sobre a referida relação.

Tanto o estágio fenológico, no qual é avaliado o teor de clorofila, quanto a dose de nitrogênio interferem na correlação entre essa variável e o rendimento de grãos. Fatores como o estágio de desenvolvimento da cultura, condições ambientais, deficiência de nutrientes e outros tipos de estresse na planta pode afetar a produção de clorofila (PETERSON et al., 1993; MURDOCK et al., 1997; ROCHA et al., 2005; SHAPIRO et al., 2006). No geral, os maiores coeficientes de correlação foram encontrados quando se correlacionou o rendimento de grãos com clorofila avaliada em R8.

Como as correlações dos teores de clorofila com o rendimento de grãos por planta não foram fortes o suficiente para causar incrementos significativos no rendimento de grãos, não prosseguiu-se com a análise de trilha.

5.2 RELAÇÃO ENTRE COMPONENTES DE RENDIMENTO E O RENDIMENTO DE GRÃOS

5.2.1 Caracterização dos Componentes de Rendimento e Rendimento de Grãos

No tratamento em que não houve aplicação de N as variáveis que apresentaram maior CV foram PVP (105,90%) e RGP (54,57%). Nos demais tratamentos a variável que apresentou maior CV foi o RGP seguida de NVP. Independente da dose de N, a variável que apresentou o CV mais baixo foi CVP (Tabela 3).

Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis, RGP, AP, AIPV, NVP, NGP, CVP, PVP na cultura do feijoeiro (n= 96 plantas) submetido a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Abelardo Luz – SC, 2016-2017.

Variável	DOSES											
	0			50			100			150		
	Média	CV	DP	Média	CV	DP	Média	CV	DP	Média	CV	DP
RGP	9,85	54,57	5,37	14,96	58,72	8,78	14,94	51,64	0,04	14,94	57,11	8,53
AP	52,71	18,40	9,70	58,59	20,94	12,27	60,52	18,06	10,93	58,73	19,79	11,62
AIPV	19,49	19,13	3,73	19,99	21,78	4,35	19,01	22,34	4,25	19,86	21,83	4,34
NVP	9,26	49,41	4,58	12,69	48,94	6,21	12,29	51,67	6,35	13,78	85,44	11,78

NGV	4,86	20,19	0,98	4,91	15,14	0,74	5,14	13,13	0,68	4,71	14,90	0,70
NGP	44,35	52,88	23,45	63,35	55,08	34,9	63,27	54,5	34,48	66,77	90,65	60,53
CMV	8,02	9,89	0,79	8,20	9,95	0,82	8,20	9,52	0,78	8,05	9,84	0,79
PVP	4,13	105,9	4,37	4,99	72,23	3,61	4,74	49,16	0,11	4,50	70,13	3,16

RGP = rendimento de grãos por planta; AP = altura de planta; AIPV: altura de inserção de primeira vagem; NVP = número de vagens por planta; NGV = número de grãos por vagem; NGP=número de grãos por planta; CMV=comprimento médio de vagem por planta e PVP = peso médio de vagem por planta.

Com a aplicação de N houve incremento médio no NVP e no RGP (Tabela 1). Em ausência de N em cobertura o NVP teve média de 9,26 vagens por planta e o RGP foi de 9,85 g planta⁻¹. Com a aplicação de N em cobertura o NVP foi superior a 12 vagens por planta e o RGP foi superior a 14 g planta⁻¹.

O NVP é influenciado pela quantidade de N disponível para a planta, e se houver deficiência desse nutriente a planta desenvolverá menos flores e, conseqüentemente, menor número de vagens (Portes, 1996). Normalmente, o NVP é o componente que mais se correlaciona com a produtividade (SANTOS et al, 2003), portanto o aumento no RGP pode ser explicado pela influência desse nutriente no NVP.

Soratto, Carvalho & Arf (2004) em estudos realizados com a cultivar IAC Carioca em dois sistemas de manejo de solo (plantio direto e plantio convencional) e cinco doses de N (0, 35, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹) verificaram aumento linear no NVP de feijoeiro com a aplicação de doses crescentes de N. Outro estudo realizado por Crusciol et al. (2007), também verificaram aumento nesse componente de rendimento com a aplicação de N na cultivar Pérola. Foram testadas duas fontes de N (nitrocálcio e uréia) e quatro doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹). O NVP aumentou linearmente com as doses de N, sendo que a fonte de N não influenciou o NVP. Da mesma forma, Santos et al (2003) verificou o aumento linear do NVP e na produtividade com o aumento de doses de N na cultivar ruda e Pérola.

Para as variáveis NGV e CVP não foi possível observar modificação com o incremento nas doses de N (Tabela 1). Isso pode ser explicado porque essa característica da planta possui alta herdabilidade e sofre pouca influência do ambiente (Andrade et al., 1998; SHIMADA, ARF & SÁ, 2000).

Quanto a AP, verificou-se que quando não houve aplicação de N, essa variável apresentou-se um valor médio menor do que a característica da cultura (Tabela 1). Nas outras doses a AP ficou mais próximo do valor médio de altura da

cultivar (60 cm). Para a variável AIPV, em todas as doses verificou-se valores próximos a 16 cm, característico da cultivar.

5.2.2 Coeficientes de Correlação

As correlações entre RGP e os componentes de rendimento variaram de fraca ($0,0 < r \leq 0,3$) a muito forte ($0,9 < r \leq 1$). Os maiores coeficientes de correlação foram encontrados na relação entre RGP e NGP e NVP, exceto na dose de 150 kg ha^{-1} , na qual a maior relação foi entre RGP x PVP (Tabela 4).

Tabela 4 – Coeficientes de Correlação linear simples de Pearson entre o rendimento de grãos (g planta^{-1}) e os componentes de rendimento (AP, AIPV, NVP, NGP, CVP, PVP) na cultura do feijoeiro ($n= 96$ plantas), submetido a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}). Abelardo Luz-SC, 2016-2017.

Variáveis	DOSES			
	0	50	100	150
AP x RGP	0,256	0,375*	0,162 ^{ns}	0,328*
AIPV X RGP	-0,130 ^{ns}	-0,015 ^{ns}	-0,144 ^{ns}	-0,040 ^{ns}
NVP X RGP	0,871*	0,929*	0,907*	0,499*
NGV X RGP	0,125 ^{ns}	0,350*	0,208*	0,424*
NGP X RGP	0,918*	0,932*	0,941*	0,523*
CVP X RGP	0,1554 ^{ns}	0,190 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,338*
PVP X RGP	0,516*	0,701*	0,898*	0,893*

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

RGP = rendimento de grãos por planta; AP = altura de planta; AIPV: altura de inserção de primeira vagem; NVP = número de vagens por planta; NGV = número de grãos por vagem; NGP=número de grãos por planta; CVP=comprimento médio de vagem por planta e PVP = peso médio de vagem por planta.

Cabral et al. (2010) também observaram elevada correlação entre essas variáveis e a produtividade da cultura do feijoeiro em estudo com 58 genótipos incluindo seis cultivares comerciais. Em estudo com 90 genótipos de feijão-carioca, Ramalho et. al. (2001) verificaram alta correlação das variáveis número de grãos por planta (0,860), número de grãos por legume (0,734) e número de legumes por planta (0,635) com o rendimento de grãos da cultura. Zilio et. al. (2011) estudaram 26 genótipos crioulos de feijão em três cidades. Verificou-se a alta correlação entre o número de grãos por vagem e o número de vagens por planta, porém houve diferença significativa dos caracteres para os três locais evidenciando a necessidade de avaliação de diferentes genótipos em diferentes locais, anos e épocas de semeadura.

Essa correlação é de grande utilidade para o melhoramento genético pois permite avaliar a viabilidade da seleção indireta que pode levar a progressos genéticos mais rápidos em programas de melhoramento da cultura (CRUZ & REGAZZI, 1997). Também permite aos melhoristas conhecer as modificações que ocorrem em um determinado caractere, em função da seleção praticada em outro correlacionado a ele (RAMALHO et al., 2003).

Independente da dose de N, a variável AIPV apresentou coeficiente de correlação negativa, porém em nenhum caso a correlação foi significativa. Ramalho et al (2001) obtiveram correlação negativa entre a altura de inserção da primeira vagem (-0,677) com o rendimento de grãos em feijão-carioca. Nesses casos, em que alguns caracteres se correlacionam positivamente e outros negativamente, sugere-se cuidado adicional pois ao selecionar um determinado carácter, pode-se provocar mudanças indesejáveis em outros (CRUZ & REGAZZI, 1997).

A variável AP não apresentou correlação significativa na dose 100 kg ha⁻¹ de N, e nas demais doses apresentou correlação positiva significativa, variando de fraca a regular. A variável NGV apresentou comportamento semelhante a variável AP, porém não apresentou correlação significativa somente na ausência de nitrogênio. Apesar de existir relação linear significativa e positiva entre a AP e NGV com o RGP, essa relação não é forte o suficiente para inferir que aumento na altura de planta e no número de grãos por vagem serão acompanhados pelo aumento no rendimento de grãos por planta.

5.2.3 Efeitos Diretos e Indiretos dos Componentes de Rendimento Sobre o Rendimento de Grãos por Planta

Na análise da multicolinearidade, conforme os critérios propostos por Montgomery e Peck (1981) foi verificado grau de multicolinearidade fraca entre os componentes de rendimento, sendo assim, não foi necessária a exclusão de nenhuma variável para prosseguir com a análise de trilha.

Pela análise de trilha, o coeficiente de determinação (R^2), indica que as variáveis explicativas (AP, AIPV, NGV, NVP, CVP e PVP) explicam 84,26% da variação da variável básica RGP sem adubação nitrogenada no feijoeiro (dose zero);

91,44% na dose 50; 92,56 % na dose 100; e, 84,45% na dose de 150 kg ha⁻¹ de N (Tabela 5). O alto coeficiente de determinação na análise de trilha dos componentes de rendimento sobre RGP, indicam que aqueles, juntos, explicam quase 100% da variabilidade no rendimento de grãos por planta.

Tabela 5 – Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson e respectivas estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis AP, AIPV, NGV, NVP, CVP e PVP sobre o RGP submetidos a quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) na cultura do feijoeiro (n= 96 plantas). Abelardo Luz-SC, 2016-2017.

Efeito	AP	AIPV	NGV	NVP	CVP	PVP
Dose 0						
Direto sobre RGP	0,0066	0,0287	0,1712	0,9482	0,1516	-0,0507
Indireto via AP	-	-0,0005	0,0006	0,0017	0,00004	0,0016
Indireto via AIPV	-0,0020	-	-0,0006	-0,0047	-0,0017	-0,0055
Indireto via NGV	0,0144	-0,0035	-	-0,0247	0,0934	-0,0269
Indireto via NVP	0,2486	-0,1552	-0,1371	-	-0,0988	0,6261
Indireto via CVP	0,0011	-0,0088	0,0827	-0,0158	-	-0,0289
Indireto via PVP	-0,0123	0,0098	0,0080	-0,0335	0,0097	-
Total (Corr Pearson)	0,2564*	-0,1295 ^{ns}	0,1247 ^{ns}	0,8712*	0,1543 ^{ns}	0,5156*
R ²	0,8426					
Dose 50						
Direto sobre RGP	-0,0576	-0,0160	0,1232	0,7928	0,0989	0,1956
Indireto via AP	-	-0,0120	-0,0136	-0,0236	-0,0090	-0,020
Indireto via AIPV	-0,0033	-	-0,0017	0,0003	-0,0031	0,0003
Indireto via NGV	0,0292	0,0134	-	0,0281	0,0559	0,0104
Indireto via NVP	0,3242	-0,0155	0,1805	-	0,0427	0,5126
Indireto via CVP	0,0154	0,0194	0,0449	0,0053	-	0,0022
Indireto via PVP	0,0677	-0,0039	0,0165	0,1264	0,0044	-
Total (Corr Pearson)	0,3754*	-0,1476 ^{ns}	0,3498*	0,9294*	0,1899 ^{ns}	0,7012*
R ²	0,9144					
Dose 100						
Direto sobre RGP	-0,0328	0,0419	0,1471	0,5562	0,0713	0,4367
Indireto via AP	-	-0,0049	-0,0014	-0,0062	0,0015	-0,0060
Indireto via AIPV	0,0062	-	0,0064	-0,0095	0,0033	-0,0081
Indireto via NGV	0,0062	0,0225	-	0,0011	0,0709	0,0060
Indireto via NVP	0,1054	-0,1257	0,0041	-	-0,0876	0,4792
Indireto via CVP	-0,0032	0,0057	0,0344	-0,0112	-	-0,0099
Indireto via PVP	0,0802	-0,0840	0,0178	0,3762	-0,0610	-
Total (Corr Pearson)	0,1621 ^{ns}	-0,1444 ^{ns}	0,2084*	0,9066*	-0,0016 ^{ns}	0,8978*
R ²	0,9156					
Dose 150						
Direto sobre RGP	0,0172	-0,0030	0,1044	0,1233	0,1109	0,7789
Indireto via AP	-	0,0017	0,0060	0,0020	0,0049	0,0051
Indireto via AIPV	-0,0003	-	-0,0001	0,0001	0,0004	0,0001
Indireto via NGV	0,01361	0,0051	-	0,0230	0,0450	0,0319
Indireto via NVP	0,0144	-0,0048	0,0272	-	0,0132	0,0536
Indireto via CVP	0,0313	-0,0135	0,0478	0,0118	-	0,0232
Indireto via PVP	0,2296	-0,2514	0,2382	0,3390	0,1631	-
Total (Corr Pearson)	0,3284*	-0,0397 ^{ns}	0,4234*	0,4993*	0,3375*	0,8929*
R ²	0,8445					

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

RGP = rendimento de grãos por planta; AP = altura de planta; AIPV: altura de inserção de primeira vagem; NVP = número de vagens por planta; NGV = número de grãos por vagem; NGP=número de grãos por planta; CVP=comprimento médio de vagem por planta e PVP = peso médio de vagem por planta.

Nas doses de 0, 50 e 100 kg ha⁻¹, o NVP foi a variável que apresentou maior efeito direto sobre o rendimento de grãos.

Os efeitos das variáveis AP e PVP sobre o rendimento de grãos ocorreram indiretamente através do NVP nas doses de 0 e 50 kg ha⁻¹, ou seja, o efeito das variáveis AP e PVP influencia sobre NVP que por sua vez interfere no RGP. Na dose de 100 kg ha⁻¹ de N, a correlação entre NVP e o RGP foi devida ao efeito direto de NVP sobre o RGP e efeito indireto de NVP via PVP.

Observa-se também o sentido contrário da variável AIPV (sentido negativo) sobre as outras variáveis. Isso indica que o aumento na AIPV ocasionaria diminuição de outras variáveis explicativas, porém essa relação é muito fraca, tanto que em nenhuma das doses essa correlação foi significativa.

Na dose de 150 kg ha⁻¹ a variável que apresentou maior efeito direto sobre o rendimento de grãos foi o PVP. Os efeitos das variáveis AP, NVP, NGV e CVP sobre o rendimento de grãos por planta ocorreram indiretamente através do PVP.

A variável que apresentou maior efeito direto sobre o RGP foi o NVP, exceto no tratamento com a dose de 150 kg. ha⁻¹. Cabral et al (2011) estudou a influência de caracteres agronômicos sobre a produção de grãos de cinquenta e oito genótipos de feijoeiro e seis cultivares comerciais. Nesse estudo, foi verificado que o componente de maior efeito direto sobre a produção de grãos foi NVP, corroborando com este estudo. Porém, em Cabral et. al. (2011) as variáveis que apresentaram maior efeito indireto sobre o RGP foram o peso de grãos e o número de grãos por vagem. Outros autores como Coimbra et al (1999), Kurek et al (2001), Furtado et al. (2002) também encontraram o maior efeito direto da variável NVP sobre o RGP em feijoeiro.

A variável NVP também foi o caractere de maior efeito direto sobre o rendimento de grãos em estudo realizado por Freitas et al (2016). Esse estudo foi realizado na região Nordeste utilizando doze variedades tradicionais de feijão caupi com o objetivo de identificar as variáveis mais produtivas e quais características apresentam maior efeito direto sobre o rendimento, via análise de trilha. Em estudo

com 90 genótipos de feijão-carioca, Ramalho et al. (2001) também verificou que a variável de maior efeito direto sobre o rendimento foi o número de vagens por planta

De acordo com esses resultados, o melhor carácter para elevar o RGP seria o NVP. Esse é o carácter com maior potencial a ser utilizado nos processos de seleção, principalmente nas gerações iniciais, visando o aumento no rendimento na cultura (RAMALHO, 1993). Deve-se também levar em consideração os efeitos indiretos sobre o NVP. Em casos como estes, a melhor estratégia é a seleção simultânea de caracteres, dando ênfase também nos caracteres cujos efeitos indiretos são significativos (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

6 CONCLUSÕES

Embora significativa, a relação entre os teores de clorofila (a, b, total e a/b) com o rendimento de grãos por planta em feijoeiro é fraca.

Os componentes de rendimento apresentam em sua maioria relação positiva e elevada com o rendimento de grãos por planta.

A variável que possui maior efeito direto sobre o rendimento de grãos por planta é o NVP, nas doses 0, 50 e 100 Kg de N ha⁻¹; e, na dose 150 Kg de N ha⁻¹ foi a variável PVP.

As variáveis AP, NVP, NGV e CVP atuam indiretamente sobre o rendimento por planta, via PVP.

REFERÊNCIAS

ALVERANGA, Ramon Costa; NOCE, Marco Aurélio. **Integração lavoura e pecuária**. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Documentos 47). Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Doc47ID-UxihFsDVUz.pdf>>

AMARAL FILHO, José Pedro Ribeiro do; FORNASIERI FILHO, Domingos; FARINELLI, Rogério; BARBOSA, José Carlos. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 467–473, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n3/25747.pdf>>

ANDRADE, M.J.B.; DINIZ, A.R.; CARVALHO, J.G.; LIMA, S.F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, p. 499–508, 1998.

ARGENTA, Gilber; SILVA, Paulo Regis Ferreira da; BORTOLINI, Clayton Giani; FORSTHOFER, Everton Leonardo; STRIEDER, Mércio Luiz. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia**, v. 2, n. 13, p. 158–167, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfv/v13n2/9365.pdf>>

BALBINOT JÚNIOR, Alvadi Antônio; MORAES, Anibal; VEIGA, Milton; PELISSARI, Adelino; DIECKOW, Jeferson. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Scielo Brasil, v. 39, n. 6, p. 1925–1933, 2009. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a229cr838.pdf>>

BARBIERI JÚNIOR, Élio; ROSSIELLO, Roberto Oscar Pereyra; SILVA, Rosani Valéria Marcelina Matoso; RIBEIRO, Roberta Cristiane; MORENZ, Mirton José Frota. Um novo clorofilômetro para estimar os teores de clorofila em folhas do capim tifton 85. **Ciência Rural**, Scielo Brasil, v. 42, n. 12, p. 2241–2245, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2012nahead/a35512cr4895.pdf>>

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 25, n. 9–10, p. 1791–1800, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00103629409369153>>.

BORRMANN, Daniela. Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de

metabólitos incolores. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, Junho 2009.

BRUM, Betania. **Relações entre variáveis de: sementes, plântulas, plantas, produção e óleo em mamoneira**. 120 p. Dissertação (Mestrado)— Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. CABRAL, Pablo Diego Silva et al. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 132–138, 2011. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/html/1953/195318128017/>>

CARMO, Sidney Lacerda Marcelino do; SANTOS, João Bosco dos; HAGIWARA, Wilhelm Eigo; FERREIRA, Juliano Lino. Avaliação do 'stay green' em famílias segregantes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 953–957, 2007. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/02.pdf>>

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. 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. ISSN 1806-9657. Disponível em:<<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttextpid=S0100-06832003000300006lng=enrm=isotlng=pt>>.

CASAROLI, Derblai; FAGAN, Evandro Binotto; SIMON, Jones; MEDEIROS, Sandro Petter; MANFRON, Paulo Augusto; DOURADO NETO, Durval; LIER, Quirijn de Jong van; MULLER, Lisiany; MARTIN, Thomas Newthron. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja – uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 102–120, 2007.

CHARNET, Reinaldo; FREIRE, Clarice Azevedo de Luna; BONVINO, Heloísa; CHARNET, Eugênia Maria. **Análise de modelos de regressão linear**. Campinas: Unicamp, 2008.

COIMBRA, Jefferson Luís Meirelles; BENIN, Giovani; VIEIRA, Eduardo Alano; OLIVEIRA, Antônio Costa de; CARVALHO, Fernando Irajá Félix; GUIDOLIN, Altamir Frederico; SOARES, Adriana Pires. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 347–352, 2005. ISSN 1678-4596. Disponível em:<<http://www.scielo.br/-scielo.php?script=sciarttextpid=S0103-84782005000200015>>.

COIMBRA, Jefferson Luís Meirelles; GUIDOLIN, Altamir Frederico; CARVALHO, Fernando Irajá Felix de; COIMBRA, Silvana Manfredi Meirelles; MARCHIORO, Volmir Sérgio. Análise de trilha i: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 213–218, 1999. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article-/viewFile/15085/15950>>.

CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** – safra 2015/16 – quarto levantamento, Brasília, p. 1-154, 2016.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; SORATTO, Rogério Peres; SILVA, Laerte Marques da; LEMOS, Leandro Borges. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1545–1552, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n6/31.pdf>>.

CRUZ, Cosme Damião. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271–276, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr-/v35n3/v35n3a01.pdf>>.

CRUZ, Cosme Damião; CARNEIRO, Pedro Crescencio Souza. **Modelos biométricos aplicados ao Melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. CRUZ,

CRUZ, Cosme Damião; CARNEIRO, Pedro Crescêncio Souza. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, Cosme Damião; REGAZZI, Adair José. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997.

CTSBF – COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157p. Disponível em <http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/informacoes_tecnicas_cultivo_feijao.pdf>

DIDONET, Agostinho Dirceu; BRAZ, Antônio Joaquim Braga Pereira; SILVEIRA, Pedro Marques da. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 3, p. 103–111, 2005. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa-.br/bitstream/doc/214148/1/BJv21n3Didonet.pdf>>.

DWYER, L. M.; ANDERSON, A. M.; M, B. L. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 75, n. 1, p. 179–182, 1995.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Nota de esclarecimento sobre suco obtido a partir de folhas jovens de trigo: o que a clorofila pode fazer.** Doc. Online, dez, 2002. Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do15.htm>

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Adubação.** Doc. Online, 2011. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/CONTAG01_81_1311200215104.html>

Falker Automação Agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor de clorofila (ClorofiLOG / CFL 1030).** Porto Alegre, Falker Automação Agrícola. Rev. B. 2008. 33p.

Falker Automação Agrícola. **Possibilidade de uso do ClorofiLOG.** Porto Alegre, Falker Automação Agrícola. Rev. A. 2009.

FREITAS, Thaisy Gardência Gurgel de; SILVA, Paulo Sérgio Lima; DOVALE, Júlio César; SILVA, Edicleide Macêdo da. Rendimento de grãos verdes e análise de trilha em variedades tradicionais de feijão-caupi. **Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 866–877, 2016. ISSN 1983-2125. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237147080012>>.

FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, v. 55, n. 1, p. 171–175, 1996.

FURTADO, Marcos Ribeiro; CRUZ, Cosme Damião; CARDOSO, Antônio Américo; COLEHO, Antônio Daniel Fernandes; PETERNELLI, Luiz Alexandre. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 217–22, 2002. ISSN 1678-4596. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttextpid=S0103-84782002000200006>>.

GIL, Paula Torrealba de; FONTES, Paulo Cezar Rezende; CECON, Paulo Roberto; FERREIRA, Francisco Affonso. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de

nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 611–615, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/hb/v20n4/14503.pdf>>.

GODOY, Leandro José Grava de; SOUTO, Lauter Silva; FERNANDES, Dirceu Maximino; VILLAS BÔAS, Roberto Lyra. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de brachiaria decumbens. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 38–44, 2007. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/331/33137107/>>.

GROSS, J. **Pigments in vegetables, chlorophylls and carotenoids**. New York: V. N. Reinhold, 1991. 351 p.

HURTADO, Sandro Manuel Carmelino; RESENDE, Álvaro Vilela de; SILVA, Carlos Alberto; CORAZZA, Edemar Joaquim; SHIRATSUCHI, Luciano Shozo. Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1011–1017, 2011. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/896435/1-/Clorofilometroajuste.pdf>>.

KUREK, Andreomar J.; CARVALHO, Fernando I. F.; ASSMAN, Isidoro C.; MARCHIORO, Volmir S.; CRUZ, Pedro J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 29–32, 2001. Disponível em: <<https://periodicos-.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/370>>.

LOPES, Édina Cristina Pereira; MORAES, Anibal de; SANDINI, Itacir Eloi; KAMINSKI, Tatyanna Hyczy; BASI, Simone; PACENTCHUK, Fabiano. Relação da Leitura do Clorofilômetro com Teores de Nitrogênio na Folha de Milho em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. In: **XXIX Congresso nacional de milho e sorgo**, Águas de Lindóia, 2012. Disponível em: <http://www.abms.org.br/29cn_milho/06488.pdf>

MAACK, Reinhard. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, 1968. 350 p.

MACEDO, Manuel Claudio Motta. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133–146, 2009. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/-/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/10-ilp-inovacoes.pdf>>

MALAVOLTA, Eurípedes; VITTI, Godofredo Cesar; OLIVEIRA, Sebastião Alberto de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p.

MARKWELL, John; OSTERMAN, John C; MITCHELL, Jennifer L. Calibration of the minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Springer, v. 46, n. 3, p. 467–472, 1995. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00032301>>.

MESQUITA, Fabrício Rivelli; CORRÊA, Angelita Duarte; ABREU, Celeste Maria Patto de; LIMA, Rafaella Araújo Zambaldi; ABREU, Angela de Fátima Barbosa. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 1, n. 4, p. 1114–112, 2007. ISSN 1981-1829. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttextpid=S1413-70542007000400026lng=enrm=isotlng=pt>>.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: J. Wiley, 1981. 504p.

MOREIRA, Guilherme B. L.; PEGORARO, Rodinei F.; VIEIRA, Neiva M. B.; BORGES, Iran; KONDO, Marcos K. Desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 818–823, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo-.php?script=sci arttextpid=S1415-43662013000800003>>.

MOTA, Murilo Renan; SANGOI, Luis; SCHENATTO, Diego Eduardo; GIORDANI, Willian; BONIATTI, Cristian Majolo; DALL'IGNA, Leonardo. 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. ISSN 1806-9657. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci arttextpid=S0100-06832015000200512lng=ptnrm=isotlng=en>>.

MOTT, G.O.; LUCAS, H. L. **The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures**. In: International grassland congress. , 1952. v. 6, p. 1380–1395.

MURDOCK, Lloyd; JONES, Scott; BOWLEY, Chris; NEEDHAM, Phillip; JAMES, John; HOWE, Paula. Using a chlorophyll meter to make nitrogen recommendations

on wheat. **Cooperative Extension Service**, University of Kentucky, p. 4, 1997. Disponível em: <<http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/agr/agr170/agr170.pdf>>.

NOBREGA, M. B. de M. **Avaliação de genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.) em cruzamentos dialélicos parciais**. 2008. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, SP.

PETERSON, Todd A.; BLACKMER, Tracy M.; FRANCIS, Dennis D.; SCHEPERS, James S.. **Using a chlorophyll meter to improve n mana-gement g93-1171**. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension, 1993. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl-.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2349context=extensionhist>>.

POCOJESKI, Elisandra; SILVA, Leandro Souza da; BUNDT, Angela da Cas; MARCHESAN, Enio; CAMARGO, Edinalvo Rabaioli; SCIVITTARO, Walkyria Bueno . Estimativa do teor de nitrogênio em arroz irrigado com o clorofilômetro e a cartela de cores. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 1982–1988, nov 2012. ISSN 0103-8478. Disponível em:<<http://www.redalyc.org/html/331/33124571022/>>.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.101-137.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993.

REICHERT, P. **Cultura do feijão e nitrogênio no sistema de integração lavoura pecuária**. 54 p. Dissertação (mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava, 2012.

RICHARDSON, Andrew D; DUGAN, Shane P; BERLYN, Graeme P. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. **New Phytologist**, Wiley Online Library, v. 153, n. 1, p. 185–194, 2002.

ROCHA, Raimundo Nonato Carvalho; GALVÃO, João Carlos Cardoso; TEIXEIRA, Paulo Cesar; MIRANDA, Glauco Vieira; AGNES, Ernani Luiz; PEREIRA, Paulo Roberto Gomes; LEITE, Uberlando Tiburtino. Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três

genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 2, p. 161–171, 2005. Disponível em: <<http://rbms.cnpms-.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/137/135>>.

SANT'ANA, Edvaldo Vieira Pacheco; SANTOS, Alberto Baêta dos; SILVEIRA, Pedro Marques da. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 491–496, 2010. ISSN 1983-4063. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/2530/253019677012/>>.

SANTOS, Alberto Baêta dos; FAGERIA, Nand Kumar; SILVA, Osmira Fátima da; MELO, Meire Lúcia Barros de. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 11, p. 1265–1271, novembro 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n11/18920.pdf>>.

SCHOEFS B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v.3, p.361-371, 2002

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Feijão – Análise da Conjuntura Agropecuária**. Dez, 2006. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Feijao_2016_17.pdf>

SHAPIRO, Charles A.; FRANCIS, Dennis D.; FERGUSON, Richard B.; HERGERT, Gary W.; SHAVER, Tim M.; WORTMANN, Charles S. **Using a chlorophyll meter to improve n management**. Lincoln: University of Nebraska, p. 4, 2006. Disponível em: <<http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1632.pdf>>.

SHIMADA, Marcelo Mamoru; ARF, Orivaldo; Sá; de, Marco Eustáquio. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 181–187, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v59n2/a09v59n2-.pdf>>.

SILVA C., C.; SILVEIRA, P. M. Influência dos sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 1, n. 30, p. 86–96, 2000. Acesso em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2868>.

SILVA, Daniela Vieira. **Métodos não destrutivos para estimativas de clorofilas como indicadores da qualidade de mudas de espécies florestais**. 61 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – Bahia, 2014. Disponível em: <<http://nbcgib.uesc.br/ppgpv-/painel/paginas/uploads/5154b187af3178fd06e1dcfcd22d64d4.pdf>>.

SILVEIRA, Pedro Marques da; BRAZ, Antônio Joaquim Braga Pereira; DIDINET, Agostinho Dirceu. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1083–1087, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0100-204X2003000900009>.

SOARES, André Brugnara; RESTLE João; LUPATINI, Gelci Carlos; ALVES FILHO, Dari Celestino. Dinâmica, qualidade, produção e custo de produção de forragem da mistura aveia preta e azevém anual adubada com diferentes fontes de nitrogênio. **Ciência Rural**, Scielo Brasil, v. 31, n. 1, p. 117–122, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo-.php?script=sci_arttextpid=S0103-84782001000100019>.

SORATTO, Rogério Peres; CARVALHO, Marco Antônio Camillo de; ARF, Orivaldo. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 895–901, setembro 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n9-/22033.pdf>>.

STREIT, Nivia Maria; CANTERLE, Liana Pedrolo; CANTO, Marta Weber do; HECKTHEUER, Luísa Helena Hychcki. The chlorophylls. **Ciência Rural**, Scielo Brasil, v. 35, n. 3, p. 748–755, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br-/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0103-84782005000300043>.

TAKEBE, M.; YONEYAMA, T. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 23, n. 1, p. 86–93, 1989.

TSUTSUMI, Claudio Yuji; BULEGON, Lucas Guilherme; PIANO, Jeferson Tiago. Melhoramento genético do feijoeiro: Avanços, perspectivas e novos estudos, no âmbito nacional. **Nativa**, v. 3, n. 3, p. 217–223, 2015. ISSN 2318-7670. Disponível em: <<http://periodicoscientificos.ufmt-.br/ojs/index.php/nativa/article/viewFile/2208/pdf>>.

VILELA, Lourival; MARTHA JÚNIOR, Geraldo Bueno; MARCHÃO, Robélio Leandro; GUIMARÃES JÚNIOR, Roberto; BARIONI, Luís Gustavo; BARCELLOS, Alexandre

de Oliveira. Integração lavoura-pecuária. In: **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 30, p. 931–962. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Robelio-Marchao/publication-/274082000-Integracao-Lavoura-Pecuria/links/55158add0cf2b5d6a0ea02b0-.pdf>.

WOLFF, Wiliam Messa. **Influência dos Teores de Clorofila e de nitrogênio das Folhas no Rendimento de Grãos de Cultivares de Aveia-Branca (*Avena sativa* L.)**. Dissertação (Mestrado) —Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005. Disponível em: <http://www.ppgagro.upf.br/download/willian.pdf>.

WOLFF, William Messa; FLOSS, Elmar Luiz. 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. ISSN 1678-4596. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci-arttextpid=S0103-84782008000600003lng=enrm=isotlng=pt>.

ZILIO, Márcio; COELHO, Cileide Maria Medeiros; SOUZA, Clovis Arruda; SANTOS, Júlio Cesar Pires; MIQUELLUTI, David José. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 429–438, 2011.

