

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – *CÂMPUS* RIO VERDE – GO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

FEIJÃO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVADO COM
DIFERENTES FORMULAÇÕES DE ADUBOS E
REPOSIÇÕES HÍDRICAS

Autor: Wilker Alves Morais
Orientador: Prof. PhD. Frederico Antônio Loureiro Soares

RIO VERDE-GO
Fevereiro de 2014

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – *CÂMPUS* RIO VERDE – GO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

FEIJÃO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVADO COM
DIFERENTES FORMULAÇÕES DE ADUBOS E
REPOSIÇÕES HÍDRICAS

Autor: Wilker Alves Morais
Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia - do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Câmpus* Rio Verde - GO – Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no cerrado.

RIO VERDE-GO
Fevereiro - 2014

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA**

**FEIJÃO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L) CULTIVADO COM
DIFERENTES FORMULAÇÕES DE ADUBOS
E REPOSIÇÕES HÍDRICAS**

Autor: Wilker Alves Morais
Orientador: Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 21 de fevereiro de 2014.

Prof^ª. Dra. Melissa Selaysim Di Campos
Avaliadora externa
UFG/Goiânia

Dr. José Joaquim De Carvalho
Avaliador interno
(Bolsista PNPd) IF Goiano/RV

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares
Avaliador interno
IF Goiano/RV

635.652

M827f Morais, Wilker Alves, 1990-

Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado com diferentes formulações de adubos e reposições hídricas/ Wilker Alves Morais. - 2014.

62f.: grafs., tabs.

Orientador: Frederico Antonio Loureiro Soares.

Dissertação de Mestrado – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde.

Bibliografia: f. 56-62.

1. Capacidade de campo - Fertilidade do solo - Produção de grãos. I. Soares, Frederico Antonio Loureiro.

II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde.

Aos pais Onaldo Antônio de Moraes e Romilda Alves Moraes;

A namorada Gyslainne Ferreira de Oliveira;

Ao irmão Tailton Antonio Alves de Moraes.

OFEREÇO

Aos avós Aildo Antônio de Moraes e Genezi Moraes do Couto e
Pedro Modesto de Moraes e Margarida Alves da Silva (in memoriam).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me fez trilhar pelos caminhos corretos, abriu portas e me permitiu saúde para que mais essa etapa fosse concluída.

Agradeço aos meus pais Onaldo Antônio de Moraes e Romilda Alves Moraes, pelo apoio e ensinamentos de todos os caminhos a seguir para crescer pessoalmente e profissionalmente. Se não fosse por eles não chegaria aqui. Amo vocês!

A minha namorada Gyslainne Ferreira de Oliveira, que em todo o momento esteve do meu lado me ajudando, nunca deixando eu desistir, alegrando e me ensinando com seu jeito simples, humilde e bonito de ser e de viver. Amo você meu amor!

Ao meu irmão Tailton Antônio Alves de Moraes, por tudo que vivemos juntos, sempre com muita vontade de seguir em frente, por tudo que aprendo com ele, pela sua humildade e por suas outras várias qualidades. Amo você!

Ao meu orientador o professor Frederico Antonio Loureiro Soares, que esteve disposto a me ajudar em todos os momentos. Que me ensinou muito na minha vida, contribuiu muito em tudo que aprendi como pesquisador e como pessoa. Um exemplo de pessoa, de pai, de professor, de profissional e de orientador. Obrigado pela confiança e paciência ao longo dessa jornada professor!

A minha amiga e coorientadora Melissa Selaysim Di Campos, que me passou todos os princípios da pesquisa e muitos ensinamentos de vida e de como ser uma pessoa melhor, tanto profissionalmente quanto pessoalmente, quando me orientava no PIBIC na minha graduação e até hoje. Obrigado por tudo Melissa!

Queria agradecer também ao meu amigo e coorientador Marconi Batista Teixeira, pelos ensinamentos, por ser uma pessoa humilde, por me ajudar sempre quando eu preciso. Obrigado por tudo professor!

Aos meus avós Aildo Antônio de Moraes, Genezi Moraes do Couto, Pedro Modesto de Moraes e Margarida Alves da Silva (IN MEMORIAM), pelos ensinamentos de vida que aprendi com eles e por toda a ajuda que me deram.

A banca examinadora, por ter aceitado o convite de contribuir para que minha dissertação se enriquecesse ainda mais.

Aos colegas e amigos de mestrado Vitor Vidal, Alisson Amaral e Cássio Tavares, pelo companheirismo, aprendizagem e amizade que conquistamos ao longo dessa jornada.

Um agradecimento especial aos fiéis ajudantes e amigos do PIBIC, Claudio Carvalho dos Santos, Nathane Medeiros do Lobo e Pamella Mendonça de Sá. O auxílio deles foi de suma importância para a parte prática e teórica do meu projeto e dissertação de mestrado. Obrigado, meninos!

Aos demais amigos do laboratório João Paulo, Renato Campos, Alefe Viana, Fabiano Bastos, Nelmicío Furtado, Fernando Nobre, Fernando Cabral, Pedro Henrique, José Joaquim, Nathalia Lopes, Jéssica Côrtes, Karina Borges, Diego e demais, que de alguma forma contribuíram para que minha dissertação fosse concluída com sucesso.

Gostaria de agradecer também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro durante o período de estudos no mestrado e ao Instituto Federal de Educação e Tecnologia Goiano – *Câmpus* Rio Verde e o Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia pela oportunidade do mestrado.

Muito Obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Wilker Alves Moraes, nascido em Rio Verde – GO no dia 23 de março de 1990. Concluiu o ensino fundamental na Escola Estadual Manoel Ayres e o segundo grau no Colégio Estadual do Sol, ambas em Rio Verde – GO nos anos de 2003 e 2006, respectivamente. Concluiu em 2010, a graduação em Engenharia Ambiental, pela Universidade de Rio Verde – UniRV. Na mesma Universidade concluiu a pós graduação *Latu sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho, no ano de 2012. No mesmo ano, ingressou na pós-graduação *Stricto Sensu*, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, linha de pesquisa, Tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água. Em fevereiro de 2014, defendeu sua dissertação, parte indispensável para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS	v
BIOGRAFIA DO AUTOR	vii
ÍNDICE.....	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xv
RESUMO.....	xviii
Abstract.....	xx
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Feijão comum	4
3.1.1. Importância	4
3.1.2. Morfologia do feijoeiro.....	5
3.2. Agricultura irrigada.....	6
3.2.1. Disponibilidade hídrica brasileira e no estado de Goiás.....	6
3.2.2. Feijoeiro irrigado	8
3.2.3. Irrigação por gotejo.....	9
3.3. Fertilidade do solo	10
3.3.1. Adubação orgânica	10
3.3.2. Adubação química	11

3.4. Produtividade	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Caracterização do experimento	17
4.2. Funcionamento do sistema de irrigação por gotejo	20
4.3. Análises biométricas	20
4.4. Análises de saturação de folhas	21
4.5. Análises de colheita	22
4.6. Análises de raiz	23
4.7. Análises estatística dos dados	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1. Análises biométricas	24
5.1.1. Altura de planta	24
5.1.2. Diâmetro do caule	27
5.1.3. Número de folhas	29
5.1.4. Área foliar	31
5.1.5. Matéria fresca e seca das folhas	32
5.1.6. Matéria fresca e seca dos caules	35
5.1.7. Matéria fresca e seca da parte aérea	37
5.1.8. Avaliações com as raízes	40
5.1.9. Teor de água na folha e no caule	41
5.1.10. Teor de água na parte aérea e razão da área foliar	43
5.1.11. Produção de fotoassimilados nas folhas	45
5.1.12. Produção de fotoassimilados no caule e das vagens	46
5.2. Análises de colheita	48
5.2.1. Número de vagens por planta, diâmetro médio das vagens, comprimento das vagens, número de grãos por planta e número médio de grãos por vagens	48
5.2.2. Peso total das vagens, peso médio das vagens, peso seco das vagens, peso dos grãos por planta e produtividade	50
6. CONCLUSÃO	55
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.....	19
Tabela 2. Resumo da ANAVA para altura de planta do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)	25
Tabela 3. Desdobramento do tipo de formulação dentro de cada reposição hídrica para altura de planta do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS)	27
Tabela 4. Resumo da ANAVA para diâmetro de caule do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)	28
Tabela 5. Resumo da ANAVA para número de folhas do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)	29
Tabela 6. Resumo da ANAVA para área foliar do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)	31
Tabela 7. Resumo da ANAVA para matéria fresca (MFF) e seca (MSF) da folha do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)	33
Tabela 8. Desdobramento do tipo de formulação (F) dentro de cada reposição hídrica para matéria fresca das folhas (MFF) do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS).....	35
Tabela 9. Resumo da ANAVA para matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)	36

Tabela 10. Resumo da ANAVA para matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)	38
Tabela 11. Desdobramento do tipo de formulação dentro de cada reposição hídrica para matéria seca da parte aérea do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS)	40
Tabela 12. Resumo da ANAVA para matéria seca da raiz (MSR), comprimento das raízes (CR), volume das raízes (VR) e relação raiz parte aérea (R/PA) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubação (F)	40
Tabela 13. Resumo da ANAVA para teor de água na folha (TAF) e caule (TAC) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30 e 45 dias após semeadura (DAS)	42
Tabela 14. Resumo da ANAVA para teor de água na parte aérea (TAPA) e razão de área foliar (RAF) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30 e 45 dias após semeadura (DAS)	43
Tabela 15. Resumo da ANAVA para produção de fotoassimilados nas folhas (PFOTF) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)	45
Tabela 16. Resumo da ANAVA para produção de fotoassimilados no caule (PFOTC) e das vagens (PFOTV) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)	46
Tabela 17. Resumo da ANAVA para número de vagens por planta (NVP), diâmetro médio das vagens (DV), comprimento das vagens (CV), número de grãos por planta (NGP) e número médio de grãos por vagens (NMG) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação	48
Tabela 18. Resumo da ANAVA para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV), peso dos grãos por planta (PG) e produtividade (PROD) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação	51

Tabela 19. Desdobramento do tipo de formulação dentro de cada reposição hídrica para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV)	54
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução da área irrigada no Brasil entre 1970 e 2012.....	8
Figura 2. Croqui experimental do projeto.....	18
Figura 3. Altura de planta do feijoeiro aos 30, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica.....	25
Figura 4. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para altura de planta do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS).....	26
Figura 5. Diâmetro do caule do feijoeiro aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica.....	29
Figura 6. Número de folhas do feijoeiro aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica.....	30
Figura 7. Área foliar do feijoeiro aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica.....	32
Figura 8. Matéria fresca e seca das folhas do feijoeiro aos 30 e 45 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica	34
Figura 9. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para matéria fresca das folhas do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS)....	34
Figura 10. Matéria fresca e seca do caule do feijoeiro aos 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica	37
Figura 11. Matéria fresca e seca da parte aérea do feijoeiro aos 30 e 45 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica (RH).....	38
Figura 12. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para matéria seca da parte aérea do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS)	39
Figura 13. Comprimento da raiz e relação raiz parte aérea do feijoeiro em função da reposição hídrica (RH)	41

Figura 14. Teor de água na folha (TAF) e no caule (TAC) do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica	43
Figura 15. Teor de água na parte aérea (TAPA) aos 45 dias após semeadura e razão de área foliar do feijoeiro aos 30 dias após semeadura em função da reposição hídrica.....	45
Figura 16. Produção de fotoassimilados do caule do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica	47
Figura 17. Número de vagens por planta, comprimento médio das vagens, número de grãos por planta e número de grãos por vagens do feijoeiro em função da reposição hídrica	49
Figura 18. Peso dos grãos por planta e produtividade do feijoeiro em função da reposição hídrica	51
Figura 19. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV)	52

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo / Sigla	Significado	Unidade de Medida
%	porcentagem	
AF	área foliar	cm ²
AP	altura de planta	cm
B	Boro	%
C	Carbono	%
Ca ⁺²	Cálcio	cmolc kg ⁻¹
Cl	Cloro	%
cm	centímetros	
cm ²	centímetro quadrado	
cm ³	centímetro cúbico	
cmolc kg ⁻¹	centimol por quilograma	
CR	comprimento de raiz	cm
Cu	Cobre	%
CV	comprimento das vagens	cm
DAS	dias após semeadura	
DC	diâmetro de caule	mm
DMV	diâmetro médio das vagens	mm
FOTOC	fotoassimilados do caule	%
FOTOF	fotoassimilados das folhas	%
FOTOPA	fotoassimilados da parte aérea	%
g	gramas	

ha ⁻¹	hectares	
HCO₃⁻	bicarbonato	
K	potássio	
kg	quilograma	
MFC	matéria fresca do caule	g
MFF	matéria fresca da folha	g
MFPA	matéria fresca da parte aérea	g
Mg	Magnésio	cmolc kg ⁻¹
mm	milímetros	
Mn	Manganês	%
MO	matéria orgânica	%
Mo	Molibdênio	%
MSC	matéria seca do caule	g
MSF	matéria seca da folha	g
MSPA	matéria seca da parte aérea	g
MSR	matéria seca raiz	g
N	Nitrogênio	%
Na	Sódio	cmolc kg ⁻¹
NF	número de folhas	
NGP	número de grãos por planta	
NH ₃	Amônia	
NH₄⁺	Amônio	
NMGV	número médio de grãos por vagem	
NO₂⁻	Nitrito	
NO₃⁻	Nitrato	
NVP	números de vagens por planta	
P	Fósforo	cmolc kg ⁻¹
PGP	peso de grãos por planta	g
pH	potencial de hidrogênio	%
PMV	peso médio das vagens	g
PSV	peso seco de vagens	g
PTV	peso total das vagens	g

PROD	produtividade	kg/ha
RH	reposição hídrica	%
S	Enxofre	%
t	toneladas	
VR	volume raiz	mL
Zn	Zinco	%

RESUMO

MORAIS, WILKER ALVES. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, Fevereiro de 2014. **Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado com diferentes formulações de adubos e reposições hídricas**, Orientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Coorientadora: Prof.^a PhD. Melissa Selaysim Di Campos. Coorientador: Prof^o Dr. Eduardo da Costa Severiano.

O feijão possui grande importância social e econômica, por causa do grande consumo e seus valores proteicos e energéticos. O experimento foi realizado em ambiente controlado no Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, no sudoeste de Goiás. O projeto objetivou avaliar as características de crescimento e a produtividade do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*. var. BRS Estilo) sob diferentes adubações e diferentes lâminas de irrigação. O delineamento experimental adotado foi o blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas 4 x 7 totalizando 28 tratamentos com três repetições compondo um experimento com 84 unidades experimentais. Os tratamentos foram sete formulações de adubações (100%:100%:100%; 50%:100%:50%; 200%:100%:200%; 50%:100%:100%; 200%:100%:100%; 100%:100%:50% e 100%:100%:200% do recomendado para N:P:K) e quatro lâminas de irrigação (100, 75, 50 e 25% da capacidade de campo). Foram realizadas análises biométricas de altura de planta, número de folhas, área foliar, diâmetro de caule, matéria seca e fresca da folha, do caule, parte aérea e da raiz, fotoassimilados nas folhas, caule e parte aérea. Na colheita foi realizado as avaliações de número de vagens por planta, diâmetro médio das vagens, comprimento das vagens, número de grãos por planta, número médio de grãos por vagens, peso total das vagens, peso médio das vagens, peso seco das vagens, peso

dos grãos por planta e produtividade. No estágio reprodutivo também foram avaliados matérias seca de raiz, comprimento e volume de raiz. O estresse hídrico prejudicou o crescimento e a produtividade do feijoeiro. O fator tipos de formulações de adubados foi significativo apenas para o parâmetro de crescimento diâmetro do caule. Na colheita houve significância para peso médio das vagens, peso seco total das vagens. O feijoeiro teve uma considerável resposta ao estresse hídrico de 50 e 75% de reposição hídrica em relação a testemunha (100% reposição hídrica).

PALAVRAS-CHAVES: capacidade de campo, fertilidade do solo, produção de grãos

ABSTRACT

MORAIS, WILKER ALVES. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, february, 2014. **Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown with different fertilizer formulations and water replacement**, Advisor: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Co-advisor: PhD. Melissa Selaysim Di Campos. Co-advisor: Dr. Eduardo da Costa Severiano.

The bean has great social and economic importance, due to its large consumption and their protein and energy values. The experiment was carried out in a controlled environment at the Federal Institute of Goiás - Câmpus Rio Verde, in southwestern of Goiás. The project aimed to evaluate the growth characteristics and productivity of common bean (*Phaseolus vulgaris* var BRS Style) under different fertilizers and different blades of irrigation. The experimental design is the randomized blocks in split plot 4 x 7 totaling 28 treatments, with three replications composing an experiment with 84 experimental units. Treatments are seven preparations of fertilizers (100%:100%:100%, 50%:100%:50%, 200%:100%:200%, 50%:100%:100%, 200%:100%:100%, 100%:100%:50% and 100%:100%:200% of the recommended N:P:K) and four irrigation blades (100, 75, 50 and 25% of field capacity). Biometric analyzes of plant height, leaves number, leaf area, stem diameter, fresh and dry matter of leaf, of stem, of shoot and of root, assimilates in leaves, stems and shoots were performed. At harvest were evaluated the number of pods per plant, average diameter of pods, pod length, number of grains per plant, average number of seeds per pod, total weight of pods, weight of pods, dry weight of pods weight of grains per plant and yield. During the reproductive stage were also evaluated the dry matter, root length and volume of roots. Drought stress impaired growth and bean yield. The types of

formulations fertilized factor was only significant for the growth parameter of stem diameter. In the harvest there was significance for average weight and total dry weight of pods. The bean had a considerable response to water stress of 50 and 75% of fluid replacement compared to the control (100% water replacement).

KEY WORDS: field capacity, grain production, soil fertility

1. INTRODUÇÃO

Originário das Américas, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura essencial para a alimentação humana, por causa de suas características proteicas e energéticas. Uma das principais fontes de alimentação da população brasileira, o feijão é o quinto grão mais produzido no Brasil, ficando atrás apenas da soja, do milho, do arroz e do trigo (CONAB, 2013).

Para otimizar a produção de grãos, se faz necessário o manejo adequado da fertilidade do solo, aliado ao manejo adequado de irrigação, seja com novas tecnologias, seja com métodos mais eficientes de uso dos recursos fertilizantes e água, com intuito de proporcionar uma colheita de grãos de melhor qualidade e maior produtividade em menor área cultivada.

A disponibilidade de água é um dos fatores que mais podem afetar ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Como o Brasil é um país de grande expansão territorial, existem climas totalmente diferentes de Norte a Sul e de Leste a Oeste. As regiões com climas mais quentes e com pouca disponibilidade de recursos hídricos necessitam de um melhor aproveitamento deste recurso para conseguir os cereais necessários para alimentação humana. E a irrigação por gotejo vem sendo uma técnica inovadora que disponibiliza água diretamente nas proximidades do sistema radicular da planta sem perda de água por excesso. Este método de irrigação se bem manejado pode reduzir em cerca de 50% a água atualmente em uso nos sistemas convencionais de irrigação (LOPES, 2007).

A eficiência da irrigação é de suma importância para várias regiões do mundo que apresentam baixa disponibilidade dos recursos hídricos para uso agrícola. Para o estado de Goiás, que possui um clima bem distinto em que a estação chuvosa permite o cultivo de duas safras em um ano produtivo, o controle dos recursos hídricos permitem

ainda uma terceira safra que pode ser cultivada no inverno, período de seca no estado. Porém, para isso, necessita-se de um solo com qualidade ideal de nutrientes para fornecer as culturas.

O conhecimento da fertilidade do solo utilizado é importante para recompor o nutrientes que estão desbalanceados e são necessários para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais.

Esse desbalanceamento dos nutrientes do solo pode ser causado pelo mau manejo das adubações e do solo. As perdas de nutrientes para o ambiente pode ocorrer por volatilização, concentrações inadequadas, carreamento do fertilizante por erosão laminar, fixação (NOVAIS, et al., 2007a); RODRIGUES, 2005). Existem trabalhos também que mostram que os nutrientes são retirados do solo pelas culturas na produção dos cereais mais consumidos em nosso país (GALVÃO, et al., 2008; SANTOS et al., 2010; SILVA & BOHNEN, 2003). Assim se faz necessário a manutenção da fertilidade do solo para suprir as necessidades nutricionais das culturas. Por tais motivos se faz importante os testes de adubações e irrigações identificar qual a melhor formulação e a melhor reposição hídrica para o maior crescimento, desenvolvimento e produção de uma cultura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o crescimento e produção do feijão comum cultivado sobre diferentes tipos de adubações e reposições hídricas em casa de vegetação.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar uma reposição hídrica ideal para o cultivo do feijão;
- Identificar uma formulação de adubação propícia para o cultivo do feijão;
- Verificar a influência da reposição hídrica e formulação de adubação no cultivo do feijoeiro.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Feijão comum

O feijão comum ou Carioca (*Phaseolus vulgaris*. var. BRS Estilo) é pertencente à família das *Fabaceae*, foi desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Arroz e Feijão e possui a arquitetura de planta ereta, adaptada à colheita mecânica direta, alto potencial produtivo e estabilidade de produção. Esta variedade é moderadamente resistente à antracnose e a ferrugem. Possui um ciclo reprodutivo de 85 a 95 dias podendo ser plantados em três épocas diferentes, primeira época safra das “águas”, segunda época safra da “seca” e terceira época a safra de “inverno”.

Segundo a CONAB, 2013 o feijão carioca é o mais cultivado no território brasileiro, apresentando massa de 23 a 25 gramas a cada de 100 grãos (RAMALHO & ABREU, 2006).

3.1.1. Importância

Em virtude do feijão fazer parte da culinária básica brasileira, esta leguminosa possui grande importância econômica. Bezerra et al. (2013), destacam que no geral os grupos de alimentos consumidos em maior quantidade, independentemente do local de consumo, foram feijão e outras leguminosas e arroz, mostrando predominância dos hábitos alimentares tradicionais no Brasil.

O grão, típico da culinária do país, é fonte de proteína vegetal, vitaminas do complexo B e sais minerais, ferro, cálcio e fósforo o que o torna um dos principais alimentos da culinária brasileira.

Alguns autores estudam a importância nutricional do feijão para o ser humano. Para garantir melhor funcionamento dos órgãos e tecidos os macronutrientes são metabolizados e convertidos em substratos energéticos que são utilizados para cada célula (ALMEIDA & FERNANDES, 2011). O magnésio por exemplo possui efeito antiarrítmico, atua no tônus vascular, na contratilidade, no metabolismo da glicose e na homeostase da insulina (CUNHA et al, 2011).

Os microminerais, Fe, Zn, Cu, Mn e B, são necessários em pequenas quantidades diárias pelo organismo para a manutenção da normalidade metabólica e para o funcionamento adequado das células (CUNHA & CUNHA, 1998). Macêdo et. al. (2010) mostraram que o déficit dos minerais cobre, zinco e magnésio podem comprometer todo o sistema imunológico humano podendo ocasionar um estado de imunossupressão.

3.1.2. Morfologia do feijoeiro

Morfologicamente o feijoeiro desenvolve uma raiz principal seguidos de raízes laterais secundárias, terciárias e assim por diante. Essas raízes laterais apresentam nódulos colonizados por bactérias fixadoras de nitrogênio. Por possuir raízes de porte pequeno esta planta é pouco tolerante ao estresse hídrico e necessita de solos férteis ou adubações adequadas. O caule é herbáceo, constituído de um eixo principal formado pela sucessão de entre-nós, nos quais representam seguidamente os cotilédones, as folhas primárias e o conjunto de três folíolos (folhas trifoliadas). As flores do feijoeiro não são isoladas, isto é, estão sempre agrupadas em duas, três ou mais, e são compostas por um pedúnculo (pequena haste) que sustenta os botões florais, formando a inflorescência floral. O fruto é uma vagem formada por duas partes (denominadas valvas), uma superfície superior e outra inferior. A semente possui alto teor de carboidratos e proteína. É constituída, externamente, de uma casca (tegumento), hilo (cicatriz no tegumento), micrópila (pequena abertura no tegumento) e rafe (cicatriz da soldadura dos óvulos com as paredes do ovário) e, internamente, de um embrião formado pela plúmula (pequeno botão do caule), duas folhas primárias, o hipocótilo, dois cotilédones e uma pequena raiz denominada radícula (SILVA & COSTA, 2003).

Para melhor trabalhar com a cultura do feijão Fernandez et al. (1986), dividiram o ciclo do feijão em duas fases, a fase vegetativa composta pela germinação (V0), emergência (V1), desdobramento das folhas primárias (V2), emissão da primeira

folha trifoliada (V3) e a emissão da terceira folha trifoliada (V4). A outra fase é a reprodutiva na qual possui outras cinco etapas, os botões florais (R5), florescimento (R6), início da formação das vagens (R7), enchimento das vagens (R8) e maturidade das vagens (R9).

3.2. Agricultura irrigada

3.2.1. Disponibilidade hídrica brasileira e no estado de Goiás

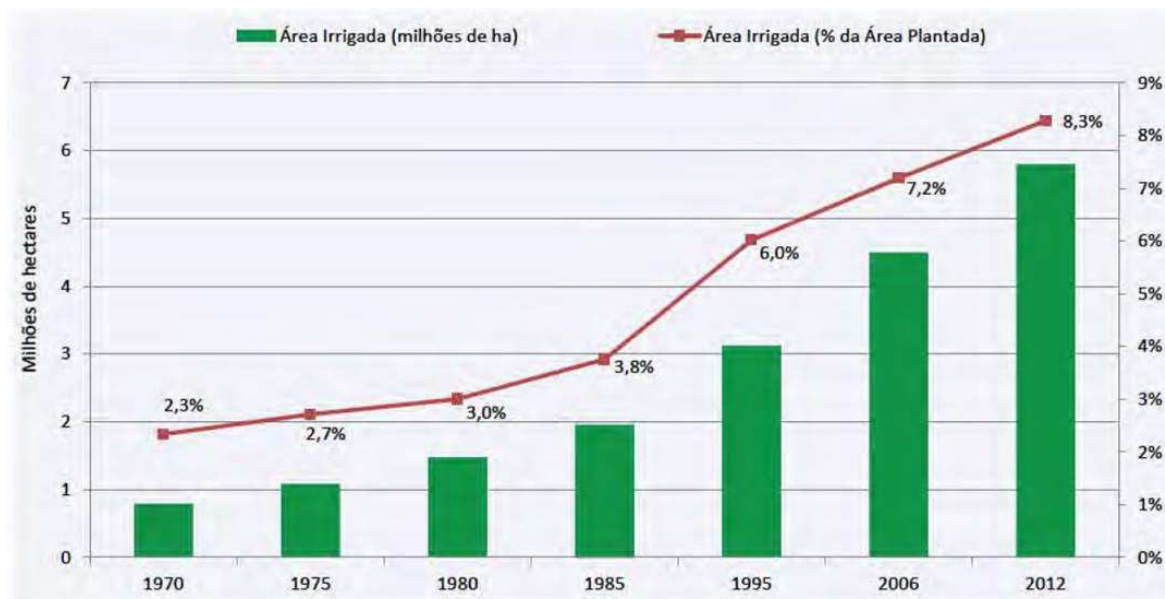
Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) n° 32, de 15 de outubro de 2003, o Brasil é dividido hidrograficamente em 12 Regiões Hidrográficas (CNRH, 2003) sendo:

- **Região Hidrográfica Amazônica:** É constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas situada no território nacional e, também, pelas bacias hidrográficas dos rios existentes na Ilha de Marajó, além das bacias hidrográficas dos rios situados no Estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte.
- **Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia:** É constituída pela bacia hidrográfica do rio Tocantins até a sua foz no Oceano Atlântico.
- **Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental:** É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho nordeste, estando limitada a oeste pela região hidrográfica do Tocantins/Araguaia, exclusive, e a leste pela região hidrográfica do Parnaíba.
- **Região Hidrográfica do Parnaíba:** É constituída pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba.
- **Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental:** É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho nordeste, estando limitada a oeste pela região hidrográfica do Parnaíba e ao sul pela região hidrográfica do São Francisco.
- **Região Hidrográfica do São Francisco:** É constituída pela bacia hidrográfica do rio São Francisco.
- **Região Hidrográfica Atlântico Leste:** É constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico - trecho leste, estando limitada ao norte e a oeste pela região

hidrográfica do São Francisco e ao sul pelas bacias hidrográficas dos rios Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus, inclusive.

- **Região Hidrográfica Atlântico Sudeste:** É constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico - trecho sudeste, estando limitada ao norte pela bacia hidrográfica do rio Doce, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná e ao sul pela bacia hidrográfica do rio Ribeira, inclusive.
- **Região Hidrográfica do Paraná:** É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraná situada no território nacional.
- **Região Hidrográfica do Uruguai:** É constituída pela bacia hidrográfica do rio Uruguai situada no território nacional, estando limitada ao norte pela região hidrográfica do Paraná, a oeste pela Argentina e ao sul pelo Uruguai.
- **Região Hidrográfica Atlântico Sul:** É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho sul, estando limitada ao norte pelas bacias hidrográficas dos rios Ipiranguinha, Iriquia-Mirim, Candapuí, Serra Negra, Tabagaça e Cachoeria, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do Paraná e do Uruguai e ao sul pelo Uruguai.
- **Região Hidrográfica do Paraguai:** É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraguai situada no território nacional.

Várias regiões brasileiras necessitam desta disponibilidade hídrica para produzirem seus grãos. E a prática da irrigação vem sendo aumentada cada vez mais com o passar dos anos. A Figura 1 demonstra a evolução da área irrigada no Brasil entre 1970 e 2012. No ano de 1970, essa prática quase não era utilizada com cerca de apenas 2,3% da área plantada, porém obteve-se um aumento considerável quando se analisa o ano de 2012 com cerca de 8,3% da área plantada.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2013.

Figura 1. Evolução da área irrigada no Brasil entre 1970 e 2012

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2013) o estado de Goiás é constituído pelas regiões hidrográficas do Paraná e Tocantins/Araguaia com precipitações médias anuais históricas de 1543 e 1774 mm, respectivamente, se encontram aproximadamente da média nacional histórica (1761 mm/ano^{-1}). As regiões hidrográficas de maior e menor precipitação anual histórica foram a amazônica com 2205 mm e São Francisco com 1003 mm, respectivamente. Ainda segundo o órgão que é responsável pela administração das águas brasileiras, Goiás possui precipitação média total anual de 1564 mm contra 1761 mm da média nacional.

Com um clima bem distinto, o estado de Goiás possui duas safras no período chuvoso em um ano agrícola, e alcança uma terceira safra com a irrigação. Ainda segundo ANA (2013) no ano de 2012, o Estado goiano teve 525.072 ha de área irrigada correspondendo a 9,1% do total do País. Em outro levantamento realizado pelo mesmo órgão que fiscaliza as águas brasileiras, em 2010, Goiás teve uma demanda hídrica total de $192,02 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (8,09% da demanda nacional), em que, 66% deste total foram destinados a irrigação.

3.2.2. Feijoeiro irrigado

A cultura do feijão requer boa disponibilidade de água no solo por causa da pouca tolerância ao estresse hídrico, sendo o crescimento e desenvolvimento da cultura

limitado pela seca. Aguiar et al. (2008) e Beebe et al. (2008) citam que cerca de 60% de seu cultivo no planeta se encontra nas regiões de seca tornando este fator o maior redutor da produtividade. Os principais estádios críticos que são afetados pela baixa disponibilidade hídrica são a germinação, florescimento e enchimento de grãos (SORATTO et al., 2003).

3.2.3. Irrigação por gotejo

A irrigação por gotejamento foi inserida no Brasil com o intuito de complementar a água disponível destinada a agricultura, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste, em que este manejo previa maior economia de água, propiciando disponibilidade direta da água e na quantidade ideal, em virtude da formação do bulbo molhado, para a planta evitando perdas por percolação. Assim a irrigação por gotejo se caracteriza por sua eficiência e manutenção do solo sempre na capacidade de campo (BERNARDO, 2008).

Segundo Esteves et al. (2012), o sistema de irrigação localizada por gotejamento possui várias vantagens as quais destacam a:

- Maior eficiência no uso da água pelo melhor controle da lâmina d'água aplicada acarretando menores perdas por evaporação, por percolação e por escoamento superficial.
- Possibilidade de cultivo em regiões com baixa disponibilidade hídrica ou com períodos prolongados de seca.
- Maior produtividade: destacando aumento de produtividade com irrigação por gotejamento em culturas que melhor respondem a maiores níveis de umidade no solo.
- Maior eficiência na adubação.
- Maior eficiência no controle sanitário.
- Não interfere com as práticas culturais das culturas.
- Adapta-se a diferentes tipos de solo e topografia.
- Pode ser usada com água salina ou em solos salinos.
- Economia de mão de obra, uma vez que há possibilidade de automatizar a irrigação e a adubação (Fertirrigação).

Porém, Bernardo (2008) destaca alguns fatores que se tem que tomar cuidados para que não se torne problemas. A possibilidade de entupimento dos gotejadores, pelas prováveis impurezas na água, por isso se faz necessário o uso dessa água de boa qualidade, se necessário utilizar sistema de filtragem. O mesmo autor ainda destaca a má distribuição do sistema radicular em função do bulbo molhado que se forma no solo. Outro grande problema também é o seu alto custo inicial para montar o sistema, por isso, é recomendada apenas para culturas com alto valor econômico.

3.3. Fertilidade do solo

3.3.1. Adubação orgânica

A adubação orgânica está diretamente relacionada com a erosão do solo. Este fator de desagregação do solo afeta diretamente a fertilidade do solo pela perda da matéria orgânica do solo (MOS) (LOPES, 2007).

O processo erosivo consiste no desprendimento, arraste e deposição das partículas do solo. Os agregados do solo podem permanecer próximos ao agregado ou serem transportados. Para evitar a erosão se faz necessário uma exploração agrícola equilibrada, e para tal processo é importante a investigação e controle dos causadores da erosão (CARVALHO et al., 2002).

Assim pode-se entender que a MOS proporciona benefícios tanto físicos quanto químicos para o solo. Segundo Lopes, 2007 a matéria orgânica proporciona os seguintes benefícios ao solo:

- Estabilidade e agregação de partículas do solo, reduzindo a erosão;
- Provê uma fonte de C e energia para os microrganismos do solo;
- Melhora o armazenamento e o fluxo de água e de ar no solo;
- Armazena e proveem nutrientes como N, P e S;
- Mantém o solo menos compactado e mais fácil de trabalhar;
- Retém C da atmosfera e de outras fontes;
- Retém nutrientes como Ca, Mg e K, pois aumenta a CTC do solo; e
- Serve para reduzir possíveis efeitos ambientais negativos decorrentes de uso inadequado de pesticidas ou de disposição de poluentes no solo.

3.3.2. Adubação química

3.3.2.1. Nitrogênio

Normalmente o nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas culturas e aliado ao seu baixo efeito residual ele se torna mais difícil de ser mantido no solo ao alcance das raízes. Para conseguir benefícios então se faz necessário uma adubação mais precisa e mais pesada para a obtenção dos resultados (NETO et al., 2001).

2.3.2.1.1. Nitrogênio no solo

Segundo Neto et al. (2001) e Cantarella (2007) no geral o nitrogênio essencial para as culturas provém da atmosfera no estado de gás N_2 , que constitui cerca de 78% da atmosfera terrestre. Porém para ser utilizado pelas plantas ele precisa sofrer transformações orgânicas e inorgânicas. O nitrogênio atmosférico pode sofrer oxidação na atmosfera, através de calor, descargas elétricas dos relâmpagos ou até mesmo pela emissão de gases de certas indústrias formando o NO_2 (nitrito), este novo composto segue para o solo através das precipitações. No solo o nitrito é oxidado novamente em nitrato (NO_3), forma que é aproveitada pelas plantas.

O gás nitrogênio, através da difusão, se encontra em equilíbrio entre a atmosfera e o ar do solo. O N_2 do ar do solo pode ser fixado por microrganismos no processo chamado de fixação biológica, geralmente as bactérias do tipo *Rhizobium* em simbiose com leguminosas. Outra forma do N_2 ser incorporado ao solo é através da fixação industrial, ou seja, através da produção industrial de NH_3 (NETO et al., 2001 e CANTARELLA, 2007).

Os mesmos autores ainda relatam que além do N gasoso, cerca de 98% do nitrogênio no solo está na forma orgânica – aminoácidos, proteínas, aminoaçúcares, amidos, ácidos nucleicos, e algumas vezes, associado a polímeros de complexidade variada), ou seja, na matéria orgânica do solo.

Segundo NETO et al. (2001) o nitrogênio no solo encontrado na matéria orgânica sofre as seguintes quatro transformações:

- **Mineralização:** Processo pelo qual o nitrogênio orgânico é transformado em nitrogênio mineral ou inorgânico através dos microrganismos heterotróficos, os quais necessitam de carbono orgânico como fonte de energia. A mineralização

se divide em duas fases, sendo inicialmente a aminação, que é a hidrólise de proteínas com a liberação de aminas e aminoácidos. O segundo processo é a amonificação, em que, as aminas e aminoácidos formados na primeira etapa são utilizados por vários microrganismos heterotróficos que conseqüentemente liberam o amônio. O amônio está prontamente disponível para as plantas.

- **Imobilização:** É uma fase concomitante com a mineralização, pois, os microrganismos heterotróficos do solo que decompõem a matéria orgânica necessitam de nitrogênio, porém, o material em decomposição se encontra com baixos teores deste componente em relação ao carbono (baixa relação C/N), assim, o nitrogênio mineral é necessário para o aumento da população destes microrganismos. Então a transformação do nitrogênio mineral em orgânico no protoplasma de microrganismos é denominada de imobilização.
- **Nitrificação:** Processo pelo qual o amônio é transformado em nitrato, esse processo ocorre em duas etapas, tendo como mediadores as bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*.
As *Nitrosomonas* promovem a oxidação do amônio para nitrito, numa reação que promove a acidez no solo. O nitrito então é rapidamente oxidado a nitrato pelas bactérias do gênero *Nitrobacter*.
- **Denitrificação:** É o processo de volatilização do nitrogênio para a atmosfera através da redução microbiológica. Isso ocorre quando o solo é inundado e algumas bactérias aeróbicas facultativas passam a utilizar o nitrato ao invés do nitrogênio abaixando o potencial redox levando a formação desses gases nitrogenados.

3.3.2.2. Fósforo

O fósforo é um elemento pouco exigido pelas plantas, porém, no Brasil ele é aplicado em quantidades maiores por causa da baixa disponibilidade nos solos e pela reação desencadeada por esse elemento com outro fosfatado para formar compostos de baixa fertilidade em um processo chamado de fixação do fósforo (NETO et al., 2001).

3.3.2.2.1. Fósforo no solo

Segundo NETO et al. (2001) e Novais et al. (2007b) o fósforo pode ser encontrados no solo das seguintes formas:

- **Fósforo na solução:** O fósforo na solução é fonte imediata para as plantas. Praticamente todos os solos apresentam um pH (potencial hidrogênionico) na faixa de 4 a 9, as formas predominantes são H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} . O pH igual a 7,20 as quantidades destes compostos se equivalem. Porém abaixo se tem predominância do H_2PO_4^- , situação dos solos cultivados.
- **Fósforo precipitado:** A precipitação do fósforo em solos ácidos ocorre com íons alumínio ou ferro presentes na solução e no caso de solos alcalinos com íons cálcio. Em solos de elevada acidez a calagem prévia pode promover a neutralização do alumínio e do ferro, podendo reduzir a fixação do fosfato via precipitação e vice versa. Neste estado a disponibilidade de fósforo para a cultura vai depender da solubilidade dos compostos formados.
- **Fósforo adsorvido:** O fósforo também pode ser removido da solução através da adsorção na superfície de argilas, óxidos hidratados de ferro e de alumínio ou de carbonato de cálcio, em solos calcários, através de ligações covalentes, porém ele pode permanecer ainda na forma lábil.
- **Fósforo mineralogicamente estável:** Com o passar do tempo o fósforo precipitado ou adsorvido tende a formar ligações mais estáveis com alumínio, ferro e cálcio, resultando em compostos mineralogicamente estáveis, ou seja, a transformação do fósforo lábil em não-lábil.
- **Fósforo orgânico:** O fósforo orgânico no solo pode representar cerca de 20 a 70% da camada arável. Na fase orgânica o fósforo se encontra na forma de ésteres do ácido ortofosfórico. O processo de mineralização do fósforo orgânico é basicamente o mesmo do nitrogênio. Um grande destaque relacionado ao fósforo orgânico se dá a enzima fosfatase, que é responsável pela produção de defosforilação de todo e qualquer composto orgânico, promovendo a liberação de fosfato para a solução do solo. A fosfatase pode ser produzida por plantas e excretada para a rizosfera, podendo estar livre no solo ou associada a parede celular das raízes ou então pode ser produzidas por microrganismos.

3.3.2.3. Potássio

Absorvido pelas plantas em grandes quantidades, o potássio é importante para que os vegetais se tornem mais resistentes a doenças e ataques de insetos. Além disso esse nutriente também é muito importante para os vegetais porque muitas vezes ele está associado a resistência a condições adversas, como baixa disponibilidade de água e altas temperaturas. Outra característica importante é que plantas com adubações potássicas tendem a ter seus produtos colhidos com melhor qualidade, já que o potássio é conhecido como o “nutriente da qualidade”.

3.3.2.3.1. Potássio no solo

Como descrito nos itens anteriores o potássio também é encontrado no solo de várias formas, e NETO et al. (2001) destaca as mesmas como:

- **Potássio na solução:** Como visto anteriormente os nutrientes da solução do solo estão prontamente disponíveis para a plantas. Porém, o potássio como o fósforo da solução do solo para chegar a superfície das raízes necessitam de difusão. Em alguns casos a disponibilidade do potássio é prejudicada principalmente por sua alta interação com outros cátions normalmente presentes na solução como é o caso do NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} além do Fe^{2+} , em solos mal aerados ou sob inundação, durante o processo de absorção.
- **Potássio trocável:** Representa a fração sólida potássica que possui a capacidade de prontamente suprir para a solução do solo o potássio absorvido pelas plantas. É importante relatar que argilas do tipo 2:1 adsorvem potássio sob diferentes seletividades. Ele pode ser adsorvido na posição planar ou “p”, nesta posição o potássio compete com os demais cátions pelas cargas negativas. Existe também a adsorção na posição “e”, refere-se as cargas negativas nas margens mais externas dos espaços entre as camadas. Por último pode ser adsorvido na posição “i”, que é representada pelas cargas situadas na posição interna das camadas.
- **Potássio não trocável:** O potássio adsorvido na posição “i” devido o espaço existente entre as camadas de argilas do tipo 2:1 sofre uma alta seletividade, assim, a adição de adubos fosfatados em solo com essa predominância de argila

pode resultar em uma forte adsorção em um processo chamado de fixação de potássio. Os íons potássicos são considerados não trocáveis.

- **Potássio mineral:** O potássio mineral são os constituintes de minerais primários. A liberação desse mineral para a solução do solo é considerada lenta por causa de seu processo de degradação ser o intemperismo. Essa forma do potássio é a principal fonte de potássio para as plantas que crescem sob condições naturais. Os principais minerais primários potássicos são as micas e os feldspatos, abrangendo ainda a biotita.
- **Potássio lixiviado:** Não representa uma forma de potássio propriamente dita, e sim os íons potássicos, que podem ser os potássios da solução, os trocáveis e os não trocáveis, que são lixiviados para as camadas profundas do solo através do movimento de percolação da água. Por sua alta mobilidade o potássio pode ser levado a regiões em que os sistemas radiculares das plantas não o alcancem. Esse é o principal fator que afeta a disponibilidade deste nutriente para as culturas, tornando assim, um cuidado a mais para se ter nas adubações potássicas.

3.4. Produtividade

Com uma área territorial de 340.111,783 km² e um plantio do feijão de 140.503 hectares o estado de Goiás produziu 308,1 mil toneladas na safra 2011/2012 e 2.918,4 mil toneladas de grãos de produção em nível nacional na mesma safra. Comparando com os valores da safra de 2012/2013 até o levantamento feito pela CONAB em agosto de 2013 (CONAB, 2013), em todo estado já foi produzido 233,8 mil toneladas de grãos e 2.828,2 mil toneladas em toda expansão territorial brasileira, se esses valores mantiverem até o final da safra terá então uma queda de 24,1 e 3% para Goiás e Brasil, respectivamente. Com relação a área cultivada o estado goiano teve uma redução de 15,6% diminuindo de 126,2 para 106, 5 mil ha plantados. Valores estes que influenciaram na queda de área cultivada do país que também obtiveram queda com 5,16% menos na safra de 2011/2012 para safra de 2012/2013. Estes valores podem dizer que ainda não houve a melhoria no sistema produtivo do feijoeiro já que não se obteve rendimento produtivo do grão de uma safra para outra no estado goiano porém resultados positivos se comparado todo território nacional, obtendo a queda de 10,1%,

com 2.441 para 2.195 kg por hectare para o estado de Goiás e aumento de 2,1% em todo Brasil, sendo de 895 para 914 kg por hectare (CONAB, 2013).

No estado de Goiás, a cidade de Rio Verde - GO se destacou na produção de feijão de primeira safra como o terceiro município em maior produção, área plantada e rendimento por hectare com 12.600 t, 4.200 ha e 3.000 kg/ha, respectivamente (GCEA, 2013).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização do experimento

O experimento foi realizado em ambiente controlado (casa de vegetação climatizada com temperatura variando em torno de 27°C e umidade de 60%), no Instituto Federal Goiano – *Câmpus* Rio Verde, no sudoeste de Goiás, localizada a 17° 47' e 53'' de latitude Norte e 51° 55' 53'' de latitude Sul, a 743m de altitude. O solo predominantemente da região é o latossolo vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006). O clima apresenta duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril). A temperatura média anual varia entre 20°C e 35°C. A vegetação é constituída de cerrado e matas residuais.

A casa de vegetação utilizada possui o sistema de climatização por circulação e refrigeração de água, aeração controlada por exaustores, sistema de irrigação por aspersores e cortina de sombreamento. Todos esses dispositivos são automatizados e são controlados por regulagem em seu painel de controle principal.

O delineamento experimental adotado foi o blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas subdivididas 4 x 7 totalizando 28 tratamentos com três repetições compondo um experimento com 84 unidades experimentais (Figura 2).

As parcelas foram compostas por quatro regimes hídrico sendo o recomendado equivalente a 100% da reposição hídrica (RH) e as variações de 75, 50 e 25% RH. Para a determinação da irrigação recomendada, utilizaram três vasos drenos (lisímetro de drenagem) para cada RH que foi considerada as lâminas de 100%, nesses drenos eram adicionadas determinada quantidade de água, a mesma para todos, até os vasos começarem a drenar.

Então aquela água percolada encontrada nos coletores era medida em uma proveta com volume conhecido (500 mL) precisão de 0,5 mL, o valor encontrado era

subtraído a quantidade inicial irrigada, este procedimento era feito para todos os nove vasos drenos que em seguida eram realizadas as médias. A quantidade retida no vaso foi considerada a recomendação e desses valores tinham as outras porcentagens de irrigação (75, 50 e 25% RH).

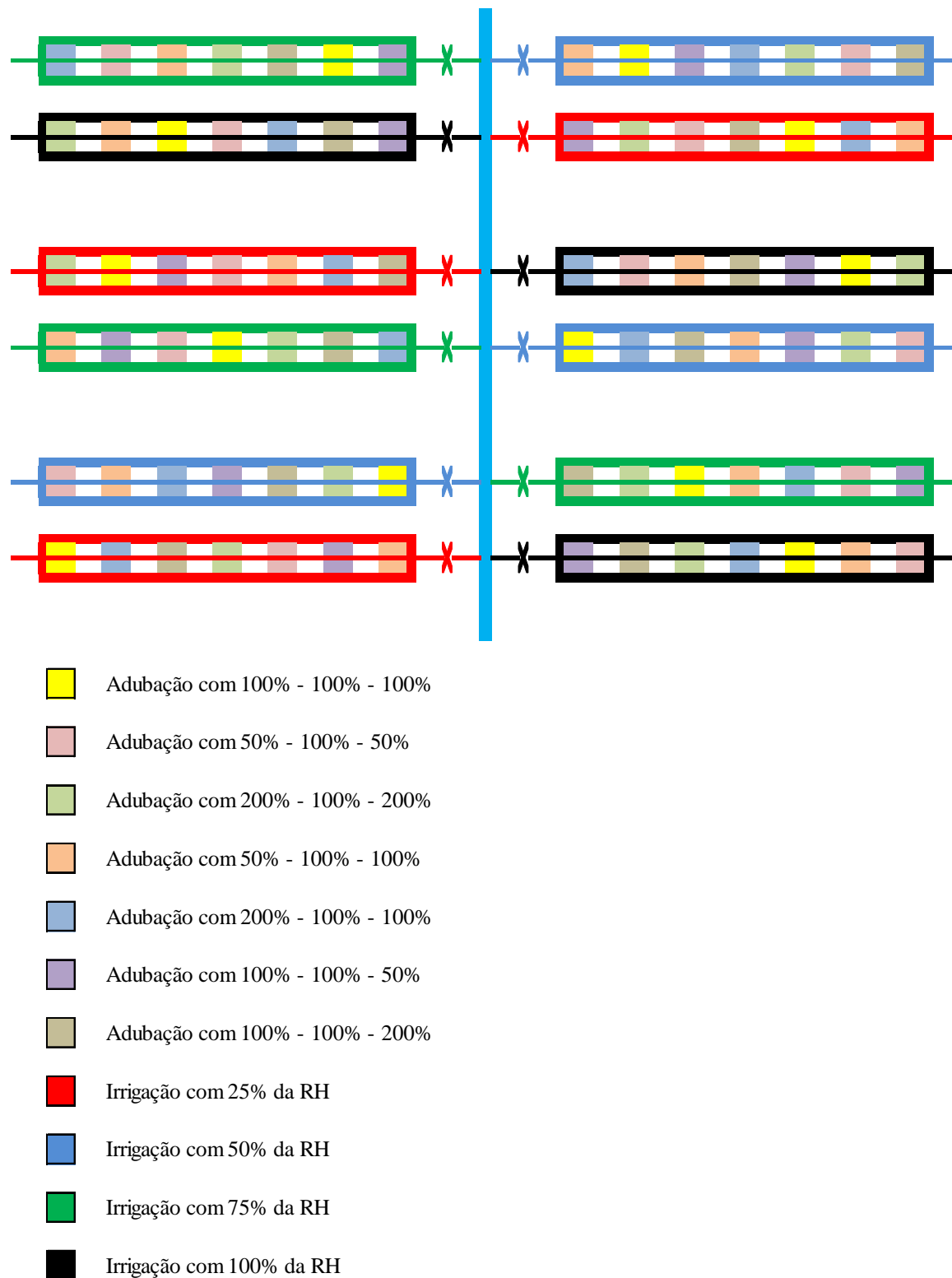


Figura 2. Esquema ilustrativo da área experimental

As subparcelas se referem as sete formulações de adubações testadas sendo, 100%:100%:100%; 50%:100%:50%; 200%:100%:200%; 50%:100%:100%; 200%:100%:100%; 100%:100%:50% e 100%:100%:200% do recomendado para N:P:K de acordo com Novais et al (1991), sendo 100, 300 e 150 mg por kg de solo de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

O feijão também foi submetido a correção de adubação com micronutrientes com formulação única sendo o Soja Foliar também recomendado para feijão com porcentagens de 5% de Nitrogênio (N), 10% de Fósforo (P₂O₅), 5 % de Potássio (K₂O), 1 % de Molibidênio (Mo), 0,5% de Boro (B), 0,35% de Cobre (Cu), 3% de Manganês (Mn), 4% de Zinco (Zn), 2% de Magnésio (Mg) e 6% de Enxofre (S) na quantidade recomendada pela empresa fornecedora do adubo que é a dose de 2 kg ha⁻¹.

Montou-se um sistema de gotejo na casa de vegetação com 12 registros, que eram utilizados para controlar a água aplicada em cada vaso, sendo, um registro para cada tratamento e suas devidas repetições (Figura 2). A mangueira gotejadora foi disposta na parte superficial dos vasos, e, cada vaso recebia água de um gotejo. Antes da água chegar as mangueiras gotejadoras ela passava por um manômetro de glicerina do tipo Genebre Ø 63 mm em Inox com Glicerina Vertical 1/4" em que a pressão da água exercida em todos os gotejos era medida. Essa regulagem foi feita por registro específico.

Os vasos utilizados possuíram capacidade para dez quilogramas, porém foram devidamente preenchidos com oito quilogramas com o solo predominante da região, cuja a análise química está descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Densidade	Porosidade	Extrato de Saturação								
		Total	Areia	Silte	Argila	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na	CE _{es}
g cm ⁻³	%	g kg ⁻¹			cmolc L ⁻¹			dS m ⁻¹		-
1,20	55,29	44,45	5,12	50,43	2	1	0,32	0,99	0,43	6,20

Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0. Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio; Na = Sódio; CE = Condutividade Elétrica; pH = Potencial Hidrogeniônico

Foram semeadas cinco sementes de feijão por vaso com o objetivo de testar a germinação e com 15 dias após a semeadura (DAS) foi feito um desbaste deixando

apenas as três melhores plantas germinadas para as demais análises.

Após este desbaste, deu-se o início da irrigação controlada e conseqüentemente os demais déficits hídricos. Aos 30 DAS foi feito o desbaste de mais uma planta do feijoeiro com o intuito de realizar as mesmas avaliações do primeiro desbaste. Assim restando apenas duas plantas por vaso aos 45 DAS foi feito o último desbaste, deixando apenas uma planta por vaso.

Durante o experimento, foram realizados os devidos controles de pragas invasoras e doenças de acordo com as indicações técnicas de cada fabricante do defensivo agrícola específico para a cultura. Ervas daninhas foram arrancadas manualmente e retornadas ao mesmo vaso com o intuito de devolver aquele solo o nutriente captado por aquela invasora. Durante o tempo de execução do projeto ocorreu a incidência da mosca branca (*Bemisia tabaci*) sendo o controle realizado com a aplicação de ENGEO™ PLENO[®] na dose recomendada de 250 mL/ha. Houve também incidência do fungo *Phaeoisariopsis griseola*, causador da mancha angular que foi controlado com o fungicida ORANIS[®] com a aplicação recomendada de 200 mL/ha. Todas as aplicações foram realizadas de acordo com o sugerido pelo fabricante.

4.2. Funcionamento do sistema de irrigação por gotejo

No sistema de irrigação foi utilizado mangueiras de gotejo Top Drip PC & PC AS da Naan Dan Jain Irrigation que possui um coeficiente de variação de baixa de 3,0%, com labirinto tipo Cascade para evitar o entupimento e autolimpeza dupla. A mangueira possui ainda a vazão de 1,0 a 1,6 L h⁻¹ com uma pressão de regulação variando de 0,4-2,5 bar, com diâmetro de 22 e espessura da parede de 0,63 mm.

Os emissores possuíam um espaçamento de 45 cm, sendo o sistema composto por 12 linhas de derivação. A pressão do sistema era controlada por um registro, sempre na pressão desejada, alcançada pelo manômetro de glicerina.

4.3. Análises biométricas

Analisou o diâmetro de caule (DC) aos 15, 30, 45, 60, 75 DAS próximo a superfície do solo, com auxílio de paquímetro digital eletrônico do tipo “bico fino” (Ponta Aguda) com resolução de 0,01mm. A altura de planta (AP) aos 15 DAS foi aferida da superfície do solo até a gema apical, e a partir dos 30 DAS até a última

medição foram aferidas da superfície do solo até o terceiro nó, da parte superior para parte inferior e da parte aérea do feijoeiro, ambas medições foram realizadas com o auxílio da trena métrica comum. Foram contadas apenas as folhas expandidas para número de folhas (NF). A largura e comprimento de planta foram realizados com o auxílio de uma régua Trident Molegata 30 cm RM TR com escala 1:1 (um para um), em que tanto largura como comprimento eram realizados na parte central das folhas com o intuito de obter a área foliar (AF). Também foram analisados os parâmetros de fitomassa fresca e seca da folha, caule e parte aérea, (FFF, FSF, FFC, FSC, FFPA e FSPA), respectivamente, aos 15, 30, 45, 60, 75 DAS.

O procedimento de secagem das plantas, para conseguir as fitomassas secas e a massa seca total da planta (MSP), foi realizado o acondicionamento de cada planta em sacos de papeis devidamente numerados, de acordo com cada tratamento, e levado a estufa de secagem com circulação e renovação de ar por 48 horas a temperatura de 65 C° (LACERDA, FREITAS, SILVA, 2009). Todos os pesos para obtenção da matéria seca foram realizados em balança com precisão de 0,01g.

4.4. Análises de saturação de folhas

Esses procedimentos de saturação foram realizados com o auxílio de vasilhames de formato quadrado que eram preenchidos até ao volume médio com água destilada, assim a folha era totalmente imersa nessa água, de modo que 100% de sua superfície externa se encontravam em contato com a água. Para este processo, por causa da folha ter menor densidade que a água e ficar na superfície, era acoplado no vasilhame um material com formato. Esse processo era realizado para que a folha permanecesse duas horas totalmente submersa no líquido. Após esse período a folha já saturada passava por um procedimento de breve secagem com papel absorvente, apenas para retirar o excesso, e então era pesada na balança com precisão de 0,01g.

A análise de saturação máxima e os pesos fresco e seco da folha foram realizadas com o intuito da obtenção dos seguintes dados (LACERDA, 2007):

- Teor de água (TA);

$$TA = \frac{PV - PS}{PS} \times 100$$

- Teor máximo de água (TMA);

$$TMA = \frac{PT - PS}{PS} \times 100$$

- Déficit de saturação (DS);

$$DS = \frac{PT - PV}{PT} \times 100$$

- Teor relativo de água (TRA);

$$TRA = \frac{PV - PS}{PT - PS} \times 100$$

Em que: **PV** = Peso Verde

PS = Peso Seco

PT = Peso Túrgida

4.5. Análises de colheita

Na colheita do feijão foram realizadas análises nas vagens e nos grãos. Primeiramente, para cada planta eram contadas todas as vagens que continham grãos comerciáveis para adquirir o número de vagens por plantas (NV). Para cada vagem de uma planta eram realizadas análises de comprimento de vagem (CV) com a ajuda de uma régua Trident Molegata 30 cm RM TR com escala 1:1 (um para um). Também foram medidos os diâmetros da vagem (DV), tanto na parte da nervura quanto na parte lateral da vagem. Após a análise de DV o peso desta vagem foi aferido em balança de precisão de 0,01g, sendo o número de grãos por vagem (NGV) contabilizado. Assim, posteriormente para cada planta os totais de grãos e vagens (sem grãos) foram acondicionados em sacos de papéis para pesagem. Para os grãos foram realizados peso de 50 grãos (P50G) e peso total de grãos por planta (PGP). As vagens foram levadas para estufa de secagem com circulação e renovação de ar por 48 horas a temperatura de

65 C° e, posteriormente pesadas. Pesos foram obtidos em balança com precisão de 0,01 g para obtenção da matéria seca.

4.6. Análises de raiz

Nos vasos, o solo foi devidamente lavado com água corrente sem pressão com o intuito de perder o número mínimo de raízes. Depois de limpo o sistema radicular foi posicionado em uma mesa e esticada e com o auxílio de uma régua graduada de cinquenta centímetros 1:1 (um por um) foi feito a medição de seu comprimento. Foi realizado também o volume de raiz para cada tratamento com o auxílio de uma proveta graduada de 500 mL com precisão de 0,5 mL. A mesma foi preenchida com água destilada até chegar a 300 mL. Assim, a raiz era inserida dentro do recipiente e a diferença da elevação da água na proveta em relação a quantidade existente era considerada o volume da raiz (BASSO, 1999). Por último foi feita também a matéria seca de raiz (MSR) através da pesagem dela seca em estufa (características da estufa) por 48 horas a 65 graus, com intuito de obter a matéria seca da planta (MSP).

4.7. Análises estatística dos dados

A análise estatística foi realizada com o auxílio do sistema computacional de análise estatística “SISVAR” (FERREIRA, 2011). Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância. Posteriormente, quando significados pelo teste F, foram submetidos a testes de comparação múltipla pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os tipos de formulações de adubos e regressões para as reposições hídricas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Análises biométricas

5.1.1. Altura de planta

Na Tabela 2, são apresentados os resultados obtidos para altura de planta (AP) do feijoeiro submetidos as reposições hídricas (RH) de 100, 75, 50 e 25%, e a diferentes tipos de formulações de adubações (F), sendo, 100%:100%:100%; 50%:100%:50%; 200%:100%:200%; 50%:100%:100%; 200%:100%:100%; 100%:100%:50% e 100%:100%:200% do recomendado para N:P:K, avaliadas aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS).

Verifica-se que houve significância para a reposição hídrica nos 30, 45, 60 e 75 DAS. Já para o fator F não se obteve resultados significativos em nenhum dos DAS de avaliação. Aos 45 DAS houve significância de 1% de probabilidade para a interação RHxF.

Com relação as médias das formulações (Tabela 2) verificou-se que apesar de não significativas, a formulação F1 se destacou positivamente aos 15 DAS em relação as demais formulações. A formulação F2 tem destaque aos 45 DAS com média de 85,52 cm. Aos 30 DAS a formulação F3 se destacou com a melhor média, (22,14 cm). Porém, aos 15, 60 e 75 DAS com apenas 6,87; 83,5 e 89,41 cm, respectivamente, tem se as piores médias apresentadas. A formulação F4 se destacou nas fases finais de crescimento do feijoeiro, tendo as melhores médias aos 60 e 75 DAS, porém, aos 45 DAS apresentou decréscimo médio de 70,77 cm. A formulação F6 teve a menor média aos 15 DAS.

Na Figura 3, se encontram os resultados de altura em função da reposição hídrica aos 30, 60 e 75 DAS (significância de 5% de probabilidade). Todas as três

épocas de avaliação demonstraram crescimento de altura de planta linear à medida que se aumenta em 25% a reposição hídrica.

Tabela 2. Resumo da ANAVA para altura de planta do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio				
		15 DAS	30 DAS ¹	45 DAS ¹	60 DAS ¹	75 DAS ¹
RH	3	0,68ns	3,11*	35,34**	13,81*	11,54*
Bloco	2	2,77ns	0,53ns	11,04ns	5,99ns	12,34ns
Resíduo a	6	1,98	0,43	3,45	2,09	2,05
F	6	0,27ns	0,03ns	1,29ns	0,38ns	0,46ns
RH x F	18	0,44ns	0,08ns	3,29**	0,41ns	0,48ns
Resíduo b	48	0,55	0,06	1,39	0,88	0,64
CV a (%)		19,65	14,45	21,56	15,53	14,82
CV b (%)		10,42	5,64	13,71	10,09	8,34

Formulação [#]	Médias ²				
	cm				
F1 – 100:100:100%	7,31	20,77	73,92	86,77	95,00
F2 – 50:100:50%	7,24	21,02	85,52	85,45	91,33
F3 – 200:100:200%	6,87	22,14	73,71	83,75	89,41
F4 – 50:100:100%	7,07	21,04	70,77	93,67	100,16
F5 – 200:100:100%	7,24	20,79	78,43	90,19	95,25
F6 – 100:100:50 %	7,28	20,70	78,55	88,78	97,08
F7 – 100:100:200%	7,15	21,00	83,23	88,91	95,83

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

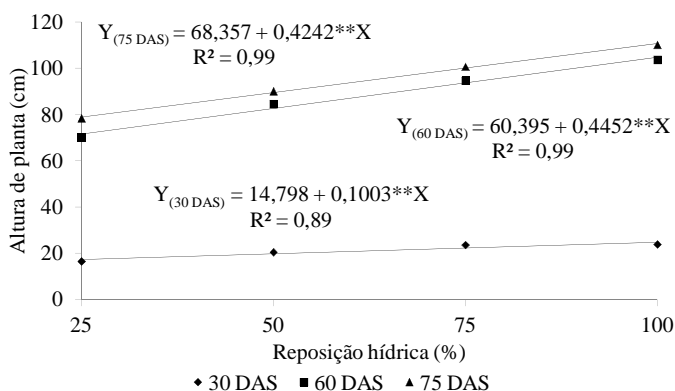


Figura 3. Altura de planta do feijoeiro aos 30, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

Avaliando o crescimento linear da AP do feijoeiro aos 30, 60 e 75 DAS (Figura 3) obteve-se acréscimo, segundo a equação de regressão, de 0,67; 0,73 e 0,62% para cada aumento unitário da RH, ou seja, para cada aumento de 25% na RH ocorre um incremento de 16,95% na altura de planta, respectivamente.

Nascimento et al. (2004), apresentam resultados de déficits hídricos semelhantes a este para o feijão Caupi, mostrando que nas lâminas de 40, 60 e 80% de água disponível (AD) o feijoeiro obteve um decréscimo em sua AP, sendo o pior resultado obtido para 40% de AD seguido das 60 e 80% AD em relação a testemunha. Isso pode ser explicado pelo estudo realizado por Babalola (1980), em que constata que o crescimento das plantas é afetada pela deficiência das translocações de fotoassimilados para as raízes promovidas pela baixa disponibilidade de água para os vegetais.

Na Figura 4, é apresentado o desdobramento da RH dentro de cada tipo de formulação para AP do feijoeiro aos 45 DAS. Observou-se que a formulação F2, F3, F4, F5, F6 e F7 obtiveram crescimento linear em função do aumento da RH. Já na formulação F1 se ajustou ao modelo quadrático, obtendo altura máxima, estimada pela equação de regressão, de 105,77 cm com uma RH de 62,64% e depois o decréscimo de 53,57% ao utilizar a reposição de 100%.

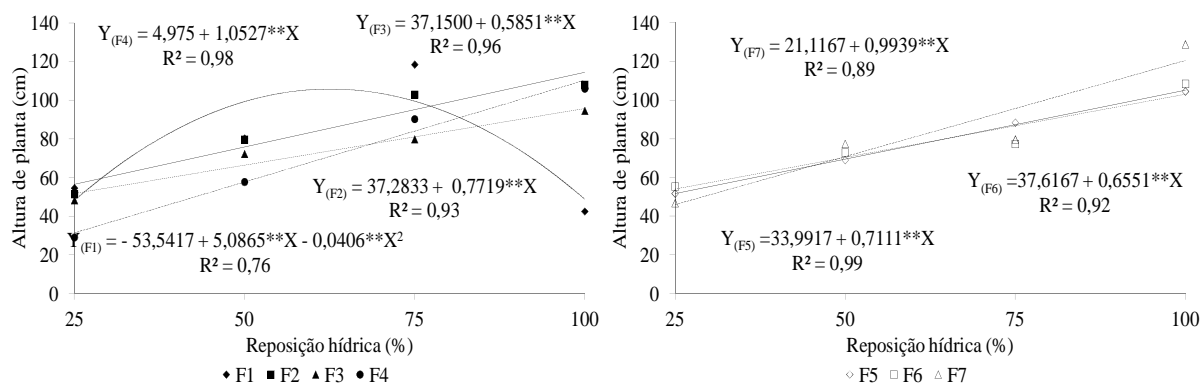


Figura 4. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para altura de planta do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS)

Ainda na Figura 4, pelas equações de regressão, estimou-se para cada aumento de 1% na reposição hídrica um incremento na AP de 2,07, 1,57, 21,16, 2,09, 1,74 e 4,71% para as formulações F2, F3, F4, F5, F6 e F7, respectivamente. Esses resultados corroboram com os encontrados por Rodrigues (2010), Souza et al. (2008) e Souza et al.

(2003) que verificaram que o incremento da adubação elevou a altura de plantas do feijoeiro.

Na Tabela 3, verificou-se o desdobramento das F dentro de cada RH para altura de planta aos 45 DAS. Observou-se significância apenas na RH de 100% e a formulação F1 se diferiu estatisticamente entre todas as outras formulações. Nas demais RH as F não apresentaram significância estatística.

Tabela 3. Desdobramento do tipo de formulação dentro de cada reposição hídrica para altura de planta do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS)

Tipo de Formulação [#]	Reposição hídrica (%)			
	25	50	75	100
F1 – 100:100:100%	54,57a	80,20a	118,43a	42,50b
F2 – 50:100:50%	51,43a	79,73a	102,90a	108,03a
F3 – 200:100:200%	48,30a	72,23a	79,80a	94,53a
F4 – 50:100:100%	29,10a	57,75a	90,23a	106,00a
F5 – 200:100:100%	51,73a	69,05a	88,43a	104,53a
F6 – 100:100:50 %	55,40a	72,90a	77,47a	108,47a
F7 – 100:100:200%	46,83a	77,47a	79,73a	128,90a

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. Médias seguidas pela letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

5.1.2. Diâmetro do caule

Abordando os resultados de diâmetro do caule (DC) do feijoeiro submetido a diferentes RH e F avaliados aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAS, na Tabela 4, observa-se que apenas na primeira avaliação (15 DAS) não se obteve resultados significativos para o fator RH. Isso pode ser explicado pelo fato das plantas ainda estarem novas para mostrar diferenças significativas para este fato isolado. Os demais DAS apresentaram significância a 1% de probabilidade, indicando que as RH influenciaram no DC dos feijoeiros.

Observando os resultados do fator F (Tabela 4), verificou-se diferença significativa de 5% de probabilidade apenas aos 75 DAS. Não houve diferenças significativas para nenhum DAS para a interação RH x F.

Verificando as médias das formulações para o diâmetro de caule aos 75 DAS (Tabela 4) apenas as formulações F1 e F7 diferiram entre si, sendo que a F7 obteve o maior crescimento em DC, enquanto o F1 o pior desempenho.

Tabela 4. Resumo da ANAVA para diâmetro de caule do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio				
		15 DAS	30 DAS	45 DAS	60 DAS	75 DAS
RH	3	0,07ns	5,71**	23,07**	26,93**	33,36**
Bloco	2	0,60ns	1,07ns	0,35ns	0,58ns	1,11ns
Resíduo a	6	0,04	0,50	0,74	1,57	2,19
F	6	0,01ns	0,14ns	0,38ns	1,12 ns	1,35*
RH x F	18	0,01ns	0,11ns	1,20ns	0,66ns	0,63ns
Resíduo b	48	0,02	0,07	0,77	0,46	0,59
CV a (%)		7,07	12,84	12,51	16,32	18,46
CV b (%)		4,54	4,92	12,71	8,87	9,63
		Médias				
Formulação [#]		mm				
F1 – 100:100:100%		3,07a	5,51a	6,85a	7,28a	7,48b
F2 – 50:100:50%		3,08a	5,52a	6,71a	7,55a	8,06ab
F3 – 200:100:200%		3,03a	5,61a	7,03a	7,92a	7,96ab
F4 – 50:100:100%		3,01a	5,59a	6,70a	7,78a	8,26ab
F5 – 200:100:100%		3,07a	5,61a	6,89a	7,89a	8,16ab
F6 – 100:100:50 %		3,01a	5,32a	6,92a	7,35a	7,77ab
F7 – 100:100:200%		3,03a	5,64a	7,22a	8,09a	8,50a

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Aos 30, 45 e 60 DAS a formulação F7 obteve os melhores e os maiores resultados de DC, porém não diferiu das demais formulações (Tabela 4). Rodrigues (2010) avaliando níveis de NPK no cultivo de feijoeiro detectou que quanto mais se aumentam as doses das adubações mais se tem o aumento do DC, sendo que no estudo do mesmo autor o aumento constante aconteceu entre os 50 e 125% de doses de NPK.

Na Figura 5, constatou-se que houve aumento linear para DC aos 30, 45, 60 e 75 DAS em relação a cada aumento de 25% na RH. Segundo a equação de regressão para todo o DC aos 30, 45, 60 e 75 DAS, ocorreu acréscimos na ordem de 0,35; 0,66; 0,63 e 0,69% no DC para cada aumento unitário da reposição hídrica, respectivamente, acarretando um incremento de 8,75, 16,5, 15,75 e 17,25% para cada 25% de RH.

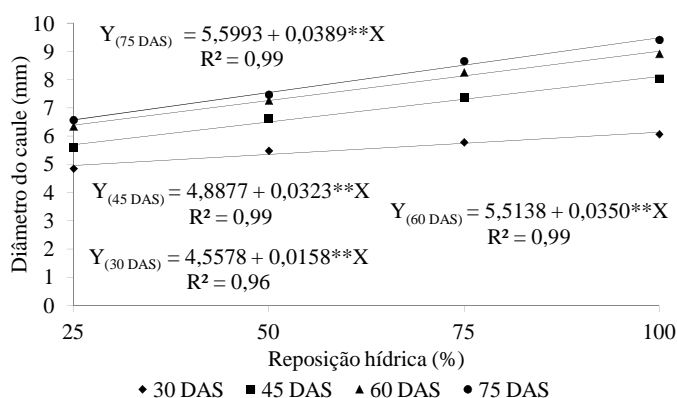


Figura 5. Diâmetro do caule do feijoeiro aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

5.1.3. Número de folhas

O resumo da análise de variância para o número de folhas do feijoeiro avaliados aos 30, 45, 60, 75 DAS submetido a diferentes RH e F, encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5. Resumo da ANAVA para número de folhas do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação [#]	GL	Quadrados Médio			
		30 DAS	45 DAS	60 DAS ¹	75 DAS ¹
RH	3	21,72*	523,46**	6,50ns	9,18**
Bloco	2	1,85ns	108,44*	1,02ns	2,26ns
Resíduo a	6	2,66	17,26	1,90	0,84
F	6	0,99ns	9,75ns	0,55ns	0,69ns
RH x F	18	0,78ns	11,64ns	0,43ns	0,72ns
Resíduo b	48	0,69	14,34	0,28	0,66
CV a (%)		19,46	20,24	26,21	21,53
CV b (%)		9,95	18,45	10,09	19,18
		Médias ²			
Formulação					
F1 – 100:100:100%		8,91a	19,33a	24,25a	18,25a
F2 – 50:100:50%		8,12a	21,08a	26,91a	19,00a
F3 – 200:100:200%		8,66a	22,12a	26,00a	17,16a
F4 – 50:100:100%		8,25a	20,33a	25,33a	17,00a
F5 – 200:100:100%		8,33a	20,75a	29,08a	18,75a
F6 – 100:100:50 %		8,20a	19,91a	30,41a	21,75a
F7 – 100:100:200%		8,25a	20,16a	29,66a	15,33a

[#]Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X + 1. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Verificou-se que aos 45 e 75 DAS as RH mostraram significância de 1% de probabilidade e para os 30 DAS a significância foi de 5% de probabilidade. Para o fator F e na interação RH x F não foi constatado diferença significativa em nenhuma época de avaliação, mostrando que as formulações não interferiram no crescimento quantitativo das folhas do feijoeiro.

Abordando as médias das formulações (Tabela 5) em função dos 30, 45, 60 e 75 DAS verificou-se que não houve nenhum resultado significativo para NF. Porém, a formulação F1 e F3 se destacaram como as melhores médias aos 30 e 45 DAS, respectivamente. Na fase de florescência e enchimento de grãos do feijoeiro (aos 60 e 75 DAS) o maior número de folhas foi conseguido pela formulação F6. Avaliando as médias de todas as épocas analisadas, a formulação F7 foi a que apresentou mais folhas e a formulação F3 obteve os menores índices de NF. Porém todos esses são semelhantes com os encontrados por Lima et al. (2001) e Rodrigues (2010) que não obtiveram resultados significativos para este parâmetro.

Na Figura 6, verifica-se o desempenho do NF nas quatro avaliações (30, 45 e 75 DAS) em função das RH.

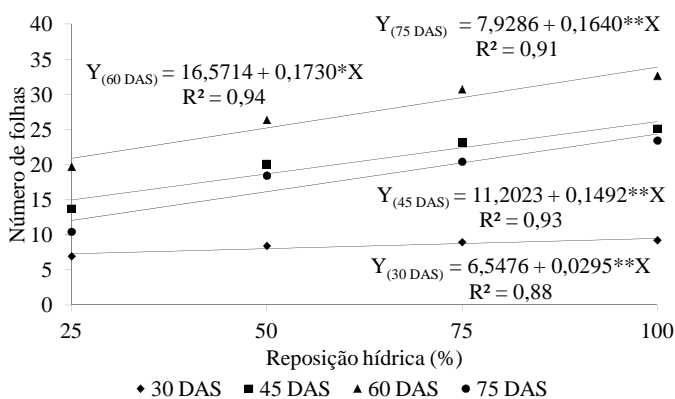


Figura 6. Número de folhas do feijoeiro aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

Para todas as avaliações, tem-se o crescimento linear de NF (Figura 6), ou seja, quanto mais elevada a RH maior são as médias de crescimento quantitativo das folhas, mostrando a importância da irrigação no crescimento foliar do feijoeiro, assim observou-se, de acordo com a equação de regressão, que a cada aumento de 1% na RH tem-se o acréscimo de 0,45; 1,33 e 2,07% no número de folhas para as avaliações aos 30, 45 e 75 DAS, respectivamente. Os resultados de NF em feijão caupi obtidos por

Nascimento et al. (2004) corroboram com esses resultados, em que a medida que aumenta a RH, maiores são os aumentos foliares quantitativos.

5.1.4. Área foliar

Pelo resumo da ANAVA para área foliar (AF) do feijoeiro submetido a diferentes RH e F aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAS (Tabela 6), nota-se que houve diferença significativa de 1% de probabilidade para os 30, 60 e 75 DAS e de 5% de probabilidade para os 45 DAS no fator RH. No fator F e na interação RH x F não se constatou diferença significativa.

Tabela 6. Resumo da ANAVA para área foliar do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio				
		15 DAS	30 DAS ¹	45 DAS ¹	60 DAS ¹	75 DAS ¹
RH	3	97,13ns	75,50**	688,64*	3477,97**	3103,33**
Bloco	2	4,24ns	12,45ns	398,38ns	128,62ns	133,56ns
Resíduo a	6	292,06	6,83	124,70	125,83	223,92
F	6	105,82ns	9,46ns	48,38ns	72,01ns	136,28ns
RH x F	18	126,37ns	5,85ns	79,44ns	46,92ns	137,32ns
Resíduo b	48	145,88	4,78	56,97	35,60	107,05
CV a (%)		16,77	14,94	38,19	29,64	37,47
CV b (%)		11,85	12,50	25,81	15,77	25,91
		Médias ²				
Formulação [#]		----- cm ² -----				
F1 – 100:100:100%		104,34	323,61	726,00	1411,95	1561,19
F2 – 50:100:50%		104,33	333,80	1387,56	1693,08	2085,90
F3 – 200:100:200%		97,14	291,83	1001,78	1310,40	1564,32
F4 – 50:100:100%		101,16	320,60	896,63	1594,43	1722,04
F5 – 200:100:100%		99,55	377,20	817,15	1514,73	1741,95
F6 – 100:100:50 %		105,39	285,17	928,26	1959,61	2473,35
F7 – 100:100:200%		101,52	269,30	899,81	1743,83	1625,83

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Apesar de não significativo a formulação que obteve a maior média geral de todos os DAS para área foliar (AF) foi a formulação F7 com 1150,356 cm² e a menor média encontrada foi de 825,418cm² para a formulação 100% N, 100% P e 100% K (Tabela 6).

Na Figura 7, encontra-se a análise aos 30, 45, 60 e 75 DAS da AF em função da RH, verificando resultados lineares, e, a menor AF registrada foi para a RH de 25% e a maior para 100% RH, assim, quanto maior o estresse hídrico menor é a área foliar e vice-versa. Esses resultados corroboram com os encontrados por Mendes et al. (2007) e Monteiro, Angulo Filho e Monteiro (2010). Carlesso et al. (2007) verificaram que após o início do florescimento, maiores valores índice de área foliar do feijão são alcançados com progressiva redução das lâminas e aumento da frequência de irrigação. Ainda com relação a Figura 7, estimou-se, segundo as equações de regressão, que para cada aumento de 1% na reposição hídrica ocorreu o acréscimo de 0,9; 2,19; 11,06 e 61,67% na AF para os 30, 45, 60 e 75%, respectivamente.

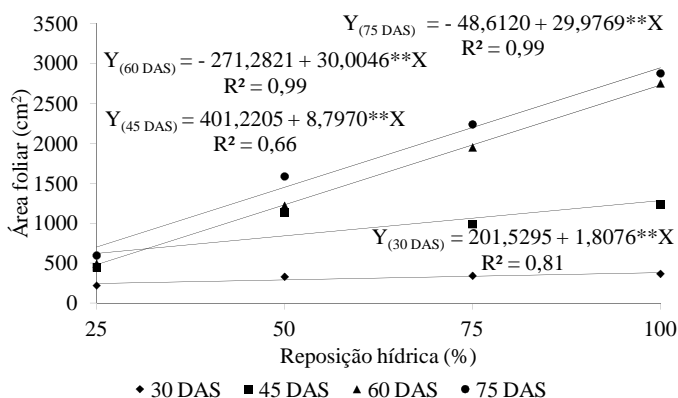


Figura 7. Área foliar do feijoeiro aos 30, 45, 60 e 75 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

5.1.5. Matéria fresca e seca das folhas

Na Tabela 7, observa-se o resumo da ANAVA para matéria fresca e seca das folhas (MFF e MSF) do feijoeiro submetidos a diferentes RH e F aos 15, 30, 45 DAS e aos 90 DAS apenas para MSF. Verificou-se que para MFF houve diferença significativa de 1% de probabilidade aos 45 DAS para RH. Os dados de MSF apresentaram diferença significativa aos 30 e 45 DAS. Analisando os tipos de formulações se observa que os resultados da MFF e MSF não foram significativos para nenhuma época avaliada, porém, para a interação RH x F houve diferença significativa de 5% aos 45 DAS para a MFF.

Apesar de não obter diferenças significativas para as F (Tabela 7), a maior média geral da MFF aos 15 e 30 DAS foi para a formulação F7 com 23,41 g por planta, essa mesma formulação ainda obteve a maior média para MSF (6,33 g).

Tabela 7. Resumo da ANAVA para matéria fresca (MFF) e seca (MSF) da folha do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio						
		MFF			MSF			
		15 DAS	30 DAS ²	45 DAS ¹	15 DAS	30 DAS	45 DAS ¹	90 DAS ²
RH	3	0,22ns	1,20ns	18,52**	0,02ns	1,56*	2,06**	1,99ns
Bloco	2	0,68ns	0,01ns	6,96*	0,01ns	0,17ns	2,27*	0,53ns
Resíduo a	6	0,21	0,72	0,55	0,02	0,35	0,11	0,79
F	6	0,16ns	0,06ns	0,50ns	0,01ns	0,20ns	0,17ns	0,13ns
RH x F	18	0,38ns	0,13ns	0,88*	0,01ns	0,12ns	0,17ns	0,20ns
Resíduo b	48	0,46	0,07	0,38	0,01	0,12	0,11	0,18
CV a (%)		14,15	21,40	11,18	11,21	14,30	10,27	32,82
CV b (%)		20,76	6,97	9,31	9,80	8,58	10,04	15,78
		Médias ³						
Formulação [#]								
F1 – 100:100:100%		3,14	14,37	44,90	1,61	4,06	10,23	6,82
F2 – 50:100:50%		3,24	14,66	43,15	1,62	4,12	10,15	6,92
F3 – 200:100:200%		3,41	14,87	45,77	1,83	4,14	10,55	6,52
F4 – 50:100:100%		3,34	16,09	42,92	1,72	4,29	10,12	7,24
F5 – 200:100:100%		3,41	15,73	47,42	1,91	4,38	11,20	6,38
F6 – 100:100:50 %		3,30	14,46	46,72	1,63	4,10	10,45	5,63
F7 – 100:100:200%		3,13	15,36	51,73	1,68	4,01	12,60	7,04

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Dados transformados em Raiz de X + 1. ³ – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Ainda com relação a RH observando MFF e MSF aos 30 DAS, verifica-se significância apenas na MSF, isto pode ser explicado pelo maior teor de água nas folhas e a diferente produção de fotoassimilados.

Na Figura 8, são apresentados os resultados de MFF aos 45 DAS e MSF aos 30 e 45 DAS em função das RH. Verificou-se o aumento linear dos resultados quando se aumentou as RH tanto para a MFF como MSF. Assim, de acordo com a equação de regressão, para cada aumento de 1,73% de MFF, tem-se o incremento de 1% na RH. Para MSF tem o acréscimo de 5,50 e 21,25% quando é aumentado a quantidade de 25% de RH, para os 30 e 45 DAS, respectivamente, esses resultados corroboram com os obtidos por Gomes et al (2000). Silva et al. (2012) analisando MSF do feijoeiro pelo potencial matricial de irrigação, verificaram que quanto mais água disponível maior o rendimento da matéria seca foliar, porém, obteve-se uma resposta quadrática para a fase vegetativa e linear para reprodutiva.

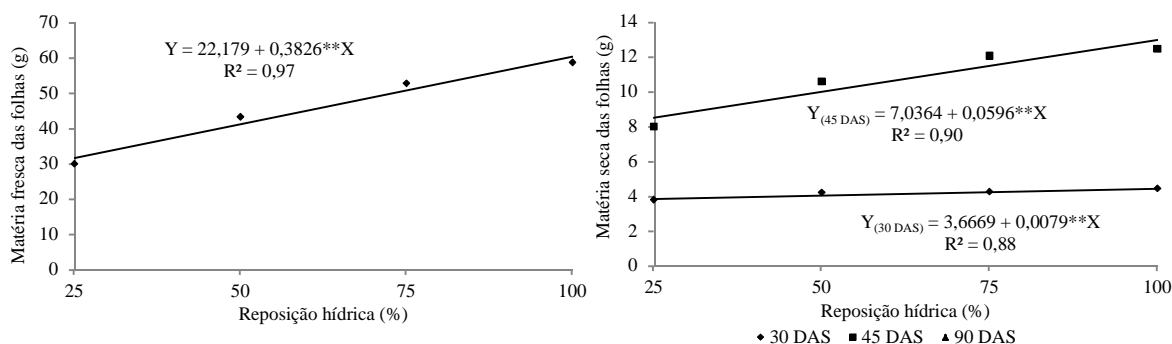


Figura 8. Matéria fresca e seca das folhas do feijoeiro aos 30 e 45 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

Na Figura 9, verificou-se os resultados para o desdobramento da RH dentro de cada tipo de formulação aos 45 DAS. Observa-se que para as formulações F3, F4, F5, F6 e F7 os resultados tiveram o aumento linear quando se aumenta as RH, por outro lado as formulações F1 e F2 ajustaram-se a o modelo quadrático, verificando a queda na MFF (g) com a RH de 100%.

Estima-se pela equação de regressão, para as formulações F1 e F2 o crescimento contínuo na MFF até 73,78 e 74,30% da RH, decrescendo 15,48 e 13,60% quando se utiliza a RH de 100%, em relação a maior MFF (56,37 e 53,43 g), respectivamente. Para as formulações F3, F4, F5, F6 e F7, ocorreram incremento na MFF, segundo as equações de regressões, de 0,64, 2,11, 3,20, 1,67 e 5,73% para cada aumento unitário na reposição hídrica, respectivamente. Marin e Santos (2008) verificaram acentuada diminuição da MFF, ocasionada, principalmente, pela diminuição do potencial osmótico e pelo aumento da deficiência hídrica.

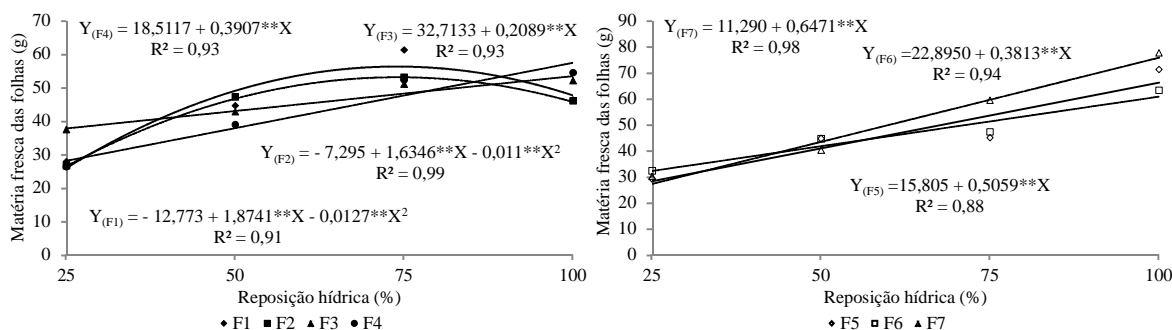


Figura 9. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para matéria fresca das folhas do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS)

Na Tabela 8, verificam-se os resultados para o desdobramento do tipo de formulação (F) dentro de cada RH para matéria fresca das folhas (MFF) do feijoeiro aos 45 dias após a semeadura (DAS). Observou-se diferença significativa entre formulações apenas para a RH de 100%. A formulação de adubação que se obteve o melhor resultado foi a F7 (100%: 100%: 200% NPK) não diferindo estatisticamente da F5 e F6 e a adubação que menos contribuiu para o aumento da MFF foi a F1 (100%: 100%: 100% NPK), porém não diferiu estatisticamente das F3, F4 e F6, apresentando a diminuição na MFF das formulações F1, F2, F3 e F4 de 40,37, 40,74, 32,90, 29,88 e 18,62% em relação a formulação F7, respectivamente.

Tabela 8. Desdobramento do tipo de formulação (F) dentro de cada reposição hídrica para matéria fresca das folhas (MFF) do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS)

Tipo de Formulação [#]	Reposição hídrica (%)			
	25	50	75	100
F1 – 100:100:100%	27,73a	44,49a	61,17a	46,23c
F2 – 50:100:50%	26,58a	47,13a	52,97a	45,94c
F3 – 200:100:200%	37,39a	42,67a	50,99a	52,02bc
F4 – 50:100:100%	26,27a	38,83a	52,23a	54,36bc
F5 – 200:100:100%	29,08a	44,57a	44,90a	71,13ab
F6 – 100:100:50 %	32,19a	44,49a	47,12a	63,09abc
F7 – 100:100:200%	30,00a	40,09a	59,30a	77,53a

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. Médias seguidas pela letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

5.1.6. Matéria fresca e seca dos caules

Verifica-se na Tabela 9, o resumo da ANAVA para matéria fresca e seca do caule (MFC e MSC) submetidos a diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubações (F) avaliados aos 15, 30, 45 e 90 dias após a semeadura (DAS). Observou-se que para o fator RH houve diferença significativa para MFC aos 30 e 45 DAS e para MSC houve diferença significativa aos 30, 45 e 90 DAS. Para o fator F e a interação RH x F não se verificaram nenhuma diferença significativa para as variáveis MFC e MSC em todos os DAS avaliados.

Apesar de não obter significância estatística, analisando as médias em todos os DAS, observou-se para a MFC e MSC que de forma geral a formulação F1 obteve a menor média com 19,03 e 6,25 g, respectivamente. Por outro lado, a maior média da

MFC foi de 21,86 g utilizando a formulação F3 e de 7,82 g para a MSC com a formulação F7.

Tabela 9. Resumo da ANAVA para matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio						
		MFC			MSC			
		15 DAS ¹	30 DAS	45 DAS ¹	15 DAS ¹	30 DAS	45 DAS ¹	90 DAS ²
RH	3	0,13ns	1,32*	20,93**	0,017ns	0,74*	1,22*	7,54**
Bloco	2	0,06ns	0,05ns	4,56ns	0,007ns	0,38ns	1,89ns	0,16ns
Resíduo a	6	0,16	0,43	1,13	0,012	0,10	0,29	0,37
F	6	0,12ns	0,04ns	0,47ns	0,010ns	0,05ns	0,27ns	0,26ns
RH x F	18	0,13ns	0,05ns	0,51ns	0,010ns	0,03ns	0,13ns	0,16ns
Resíduo b	48	0,17	0,03	0,47	0,014	0,04	0,16	0,12
CV a (%)		17,17	18,02	15,96	9,06	8,24	14,41	20,26
CV b (%)		17,91	5,38	10,31	9,75	5,39	10,68	11,76
		Médias ³						
Formulação [#]								
F1 – 100:100:100%		2,21	13,60	41,27	1,48	3,88	12,31	7,32
F2 – 50:100:50%		2,25	12,76	46,18	1,48	3,77	14,52	8,80
F3 – 200:100:200%		2,44	13,34	49,79	1,69	3,82	15,36	7,94
F4 – 50:100:100%		2,35	13,67	44,77	1,60	3,83	15,20	8,79
F5 – 200:100:100%		2,49	14,15	45,95	1,65	3,98	14,22	8,15
F6 – 100:100:50 %		2,28	12,96	44,28	1,52	3,80	13,90	9,27
F7 – 100:100:200%		2,37	13,60	47,72	1,61	3,80	15,52	10,33

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Dados transformados em Raiz de X + 1. ³ – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Figura 10, observou-se a resposta do feijoeiro em termos de MFC e MSC aos 30, 45, e 90 DAS em função da RH. Observou-se um comportamento linear para os resultados de MFC aos 30 e 45 DAS, ou seja, quanto maior o déficit hídrico menor massa fresca do caule por planta e vice-versa.

Segundo a equação de regressão (Figura 10), para cada 1% de RH acrescentado ocorre o acréscimo de 0,50 e 2,04% na MFC aos 30 e 45 DAS, respectivamente. Os resultados de MSC avaliados em todos os DAS mostraram crescimento linear, ou seja, para cada aumento de 1% de RH a MSC o acréscimo de 0,16; 0,45 e 5,80% na RH, aos 30, 45 e 90 DAS, respectivamente. Arf et al. (2004) avaliando manejo de irrigação no feijoeiro (lâminas de 89, 125 e 161 mm) verificaram maior matéria seca para a lâmina de 125 mm no ano de 2001.

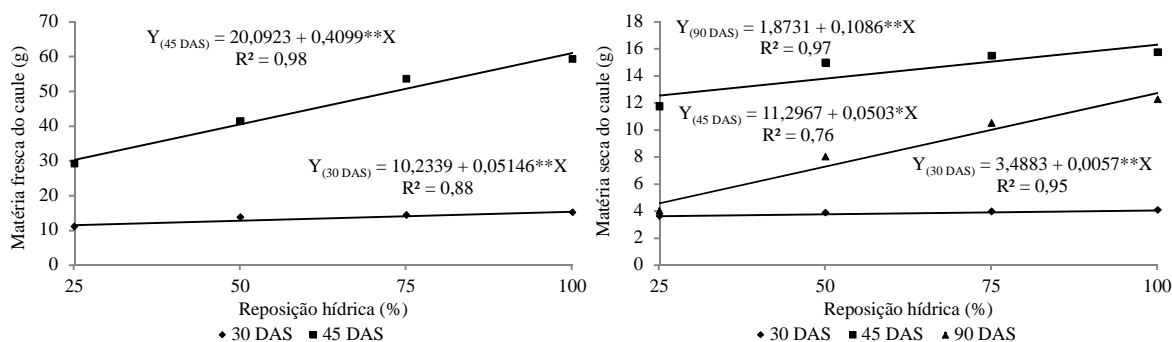


Figura 10. Matéria fresca e seca do caule do feijoeiro aos 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

5.1.7. Matéria fresca e seca da parte aérea

Na Tabela 10, encontra-se o resumo da ANAVA para matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubação (F) aos 15, 30, 45 e 90 dias após a semeadura (DAS).

Verificou-se que houve significância de 1% de probabilidade aos 45 DAS para MFPA, na mesma avaliação (45 DAS) também aconteceu significância de 1% de probabilidade para MSPA, neste parâmetro avaliado também aconteceu diferença significativa de 5% de probabilidade aos 30 DAS e de 1% aos DAS. Não houve diferença significativa para os F, porém, houve significância de 5% para a interação RH x F aos 90 DAS da MSPA.

Apesar de não significativo, avaliando as formulações para cada DAS verificou-se que as médias apresentadas na formulação F1 nos dois parâmetros avaliados (MFC e MSC) com 19,03 e 6,25 g, respectivamente, foram as menores. A formulação F7 foi a que obteve melhor desempenho para ambos os parâmetros de MFC e MSC com 44,64 e 16g, respectivamente.

Na Figura 11, verifica-se o comportamento da MFPA e MSPA em função da RH. Observou-se para as duas variáveis avaliadas que houve comportamento de crescimento linear para os resultados obtidos. Avaliando separadamente a MFPA estima-se pela equação de regressão que para cada acréscimo de 1,87% de matéria seca necessita-se de 1% de RH aos 45 DAS.

Tabela 10. Resumo da ANAVA para matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio							
		MFPA				MSPA			
		15 DAS	30 DAS ¹	45 DAS ¹	15 DAS ¹	30 DAS	45 DAS ¹	90 DAS ²	
RH	3	0,48ns	2,609ns	39,85**	0,03ns	4,46*	3,16**	13,67**	
Bloco	2	1,10ns	0,005ns	10,64*	0,02ns	1,07ns	3,85*	0,14ns	
Resíduo a	6	0,62	1,155	1,45	0,03	0,81	0,31	1,14	
F	6	0,48ns	0,089ns	0,66ns	0,02ns	0,40ns	0,32ns	0,33ns	
RH x F	18	0,81ns	0,182ns	1,12ns	0,02ns	0,26ns	0,22ns	0,38*	
Resíduo b	48	0,97	0,104	0,63	0,02	0,26	0,19	0,18	
CV a (%)		14,02	20,23	12,76	10,10	11,30	11,36	23,12	
CV b (%)		17,49	6,09	8,40	9,48	6,39	8,93	9,19	

Formulação [#]	Médias ³							
	g							
F1– 100:100:100%	5,36	27,98	86,18	3,09	7,94	22,54	20,35	
F2– 50:100:50%	5,49	27,42	89,34	3,11	7,90	24,68	23,39	
F3– 200:100:200%	5,86	28,21	95,56	3,52	7,97	25,91	20,92	
F4– 50:100:100%	5,70	29,76	87,69	3,32	8,13	25,32	22,47	
F5– 200:100:100%	5,91	29,89	93,37	3,56	8,36	25,43	20,89	
F6– 100:100:50 %	5,58	27,42	91,00	3,16	7,90	24,36	22,89	
F7– 100:100:200%	5,51	28,97	99,45	3,29	7,82	28,12	24,76	

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Dados transformados em Raiz de X + 1. ³ – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

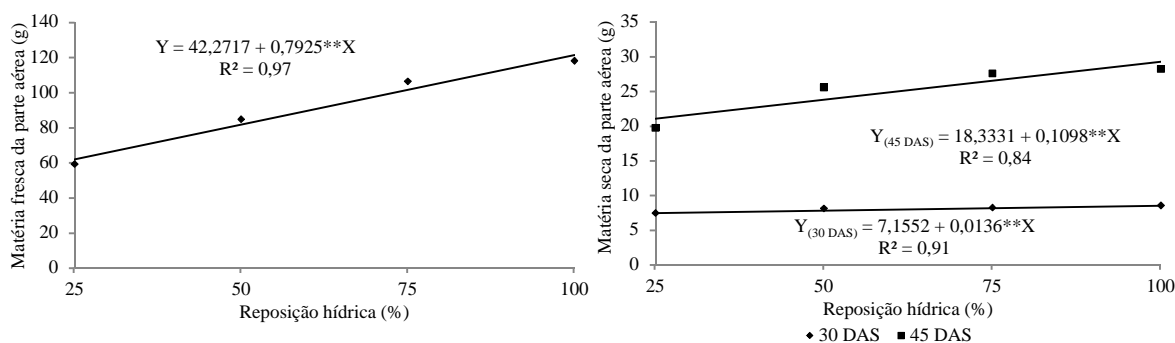


Figura 11. Matéria fresca e seca da parte aérea do feijoeiro aos 30 e 45 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica (RH)

Na MSPA, as equações de regressões (Figura 11) estimaram o aumento de 4,75 e 15,00% para cada acréscimo de 25% de RH aos 30 e 45 DAS, respectivamente. Mendes et al. (2007) também verificaram que o estresse hídrico determinou reduções na matéria seca da parte aérea. Silva et al. (2012) encontraram resultados quadráticos

avaliando o potencial matricial, e, quanto maior a disponibilidade de água maior a MSPA.

Na Figura 12, tem-se o desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para matéria seca da parte aérea do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS).

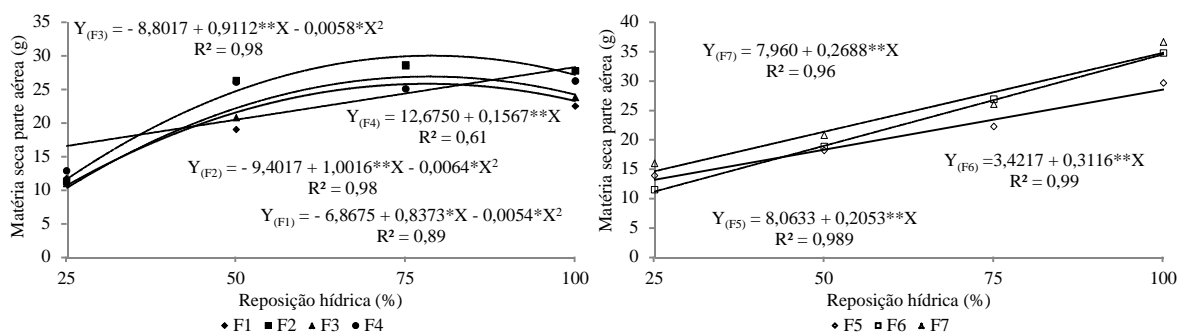


Figura 12. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para matéria seca da parte aérea do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS)

Observa-se que os resultados demonstram comportamento quadrático para as formulações F1, F2 e F3, já para as demais formulações (F4, F5, F6 e F7) houve um comportamento linear (Figura 12). De acordo com as equações de regressões, a MSPA das plantas adubadas com as formulações F1, F2 e F3 apresentaram crescimento até reposição hídrica de 77,53, 78,25 e 78,55%, respectivamente, e após estes valores verificaram decréscimos de 10,66, 10,16 e 9,89% ao utilizar RH de 100%, respectivamente nas formulações F1, F2 e F3. Para as demais formulações F4, F5, F6 e F7, estimaram acréscimos de 1,24; 2,55; 9,11 e 3,38% na MSPA para cada aumento unitário na RH, respectivamente.

Na Tabela 11, tem-se o desdobramento do tipo de formulação (F) dentro de cada reposição hídrica (RH) para matéria seca da parte aérea (MSPA) do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS). Verificou-se que houve diferença significativa apenas para a RH de 100%, e, as formulações F6 e F7 apresentaram as maiores médias, 34,66 e 36,53 g, respectivamente, porém não diferiu estatisticamente das formulações F2, F4 e F5. As formulações F1 e F3 diferiram estatisticamente das formulações F6 e F7, sendo respectivamente, uma MSPA 35,34 e 31,56% menor que a MSPA da formulação F6 e 38,65 e 35,07% quando comparada com a formulação F7.

Tabela 11. Desdobramento do tipo de formulação dentro de cada reposição hídrica para matéria seca da parte aérea do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS)

Tipo de Formulação [#]	Reposição hídrica (%)			
	25	50	75	100
F1 – 100:100:100%	11,61a	18,93a	28,48a	22,41b
F2 – 50:100:50%	11,18a	26,21a	28,52a	27,66ab
F3 – 200:100:200%	10,86a	20,69a	28,42a	23,72b
F4 – 50:100:100%	12,76a	25,98a	24,97a	26,16ab
F5 – 200:100:100%	13,80a	18,07a	22,15a	29,55ab
F6 – 100:100:50 %	11,38a	18,75a	26,78a	34,66a
F7 – 100:100:200%	15,88a	20,68a	25,94a	36,53a

[#]Formulação relacionada a porcentagens de NPK. Médias seguidas pela letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

5.1.8. Avaliações com as raízes

Na Tabela 12, tem-se os dados de matéria seca da raiz (MSR), comprimento das raízes (CR), volume das raízes (VR) e relação raiz parte aérea (R/PA) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação.

Tabela 12. Resumo da ANAVA para matéria seca da raiz (MSR), comprimento das raízes (CR), volume das raízes (VR) e relação raiz parte aérea (R/PA) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubação (F)

Fonte Variação	GL	Quadrados médio			
		MSR ²	CR ¹	VR ²	R/PA ²
RH	3	1,38ns	4,36**	9,72ns	0,016*
Bloco	2	0,22ns	11,86**	4,54ns	0,002ns
Resíduo a	6	0,45	0,37	3,11	0,002
F	6	0,42ns	0,85ns	1,72ns	0,003ns
RH x F	18	0,31ns	0,28ns	0,88ns	0,004ns
Resíduo b	48	0,34	0,48	0,91	0,004
CV a (%)		26,59	9,87	38,07	4,43
CV b (%)		23,14	11,19	20,67	6,24
		Médias			
Formulação [#]		g	cm		
F1 – 100:100:100%		4,61	37,00	15,41	0,26
F2 – 50:100:50%		7,55	46,27	26,25	0,31
F3 – 200:100:200%		6,38	36,49	27,08	0,33
F4 – 50:100:100%		6,62	40,15	22,50	0,31
F5 – 200:100:100%		4,35	41,04	20,83	0,23
F6 – 100:100:50 %		5,16	38,25	20,41	0,26
F7 – 100:100:200%		6,13	37,21	21,66	0,24

[#]Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Dados transformados em Raiz de X + 1. ³ – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Verificou-se diferença significativa entre as reposições hídricas para as variáveis CR (1% de probabilidade) e para a R/PA (5% de probabilidade); os tipos de formulações não promoveram diferenças significativas em nenhuma variável apresentada na Tabela 12, assim como na interação RH x F não se encontrou significância.

De acordo com a equação de regressão (Figura 13) o comprimento das raízes apresentou crescimento linear contínuo com aumento da reposição hídrica, estimando acréscimos de 15,94% com aumento de 25% na reposição hídrica. Na relação raiz parte aérea, verificou-se comportamento inverso ao do CR, e a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi quadrática, apresentando decréscimos, segundo a equação de regressão, até a reposição hídrica de 75,83% obtendo nesta RH um R/PA estimada de 0,21. Este decréscimo na R/PA com o aumento da RH indica que a discrepância do desenvolvimento da raiz e da parte aérea foi menor ao utilizar a menor RH, visto que se estimou que a MSR foi 63,33% menor que a MSPA ao utilizar a RH de 25%, já utilizando a RH de 50 e 75% esta diferença foi estimada em 74,83 e 78,83%, respectivamente, mostrando que a medida que aumenta a disponibilidade hídrica para as plantas a parte aérea da planta se desenvolve mais que a raiz.

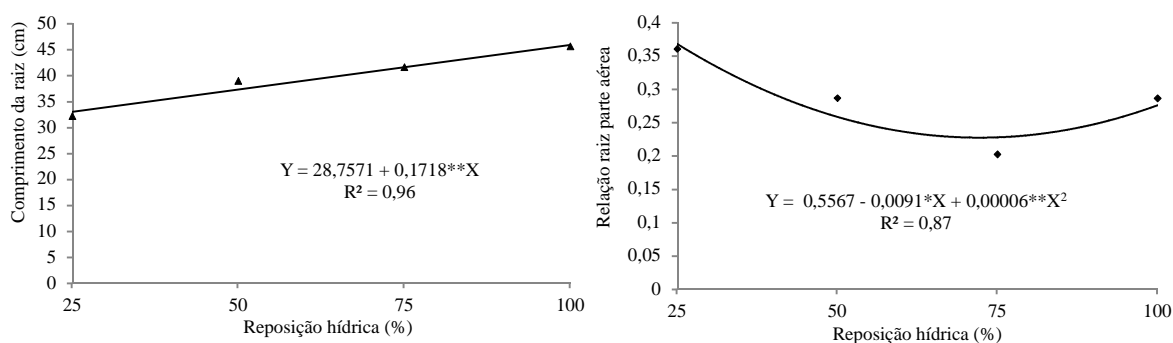


Figura 13. Comprimento da raiz e relação raiz parte aérea do feijoeiro em função da reposição hídrica (RH)

5.1.9. Teor de água na folha e no caule

Verifica-se na Tabela 13, que aos 15 e 30 dias após semeadura (DAS) o teor de água na folha (TAF) e caule (TAC) do feijoeiro não diferiram estatisticamente quando submetido a diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubação (F). Por outro lado as variáveis TAF e TAC apresentaram diferença significativa de 1% de probabilidade apenas para os 45 DAS no fator RH. Ainda para ambas variáveis foi verificado a não significância para a interação RH x F.

Apesar de não significativo, avaliando as médias gerais dos parâmetros TAF e TAC em relação aos 15, 30 e 45 DAS, verificaram-se que as menores médias foram 63,40 e 55,75% para as formulações F3 e F4, respectivamente. As maiores médias foram das formulações F6 e F1 para TAF e TAC, respectivamente, aos 15, 30 e 45 DAS.

Avaliando os F dentro de cada DAS, tem-se que os menores e maiores desempenhos para o parâmetro TAF foram F5, F4, F7 e F6, F4, F7, respectivamente, aos 15, 30 e 45 DAS. Para o TAC foi notado que as menores e maiores médias foram para F3, F2, F7 e F5, F7, F1, respectivamente, aos 15, 30 e 45 DAS.

Tabela 13. Resumo da ANAVA para teor de água na folha (TAF) e caule (TAC) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30 e 45 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio					
		TAF			TAC		
		15 DAS ¹	30 DAS	45 DAS	15 DAS	30 DAS	45 DAS
RH	3	0,96ns	115,06ns	99,23**	31,61ns	213,36ns	820,58**
Bloco	2	0,28ns	67,30ns	7,06ns	65,14ns	45,77ns	3,85ns
Resíduo a	6	0,68	140,85	5,63	8,19	98,30	9,54
F	6	0,35ns	4,99ns	4,71ns	17,69ns	4,68ns	23,17ns
RH x F	18	0,69ns	17,79ns	7,08ns	31,26ns	12,44ns	19,60ns
Resíduo b	48	0,83	13,84	8,35	25,34	8,69	19,25
CV a (%)		12,22	16,62	3,12	8,74	14,04	4,62
CV b (%)		13,48	5,21	3,80	15,37	4,17	6,56
		Médias ²					
Formulação [#]							
F1 – 100:100:100%		47,70	70,68	76,64	32,89	70,91	68,95
F2 – 50:100:50%		48,73	71,61	76,02	34,08	69,85	67,13
F3 – 200:100:200%		46,47	71,60	76,64	30,97	70,94	67,61
F4 – 50:100:100%		45,48	71,70	75,93	31,78	70,15	65,32
F5 – 200:100:100%		44,03	70,77	75,40	34,37	71,14	67,00
F6 – 100:100:50 %		49,45	71,04	76,90	32,96	69,94	67,42
F7 – 100:100:200%		45,87	72,53	75,32	32,21	71,39	64,89

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

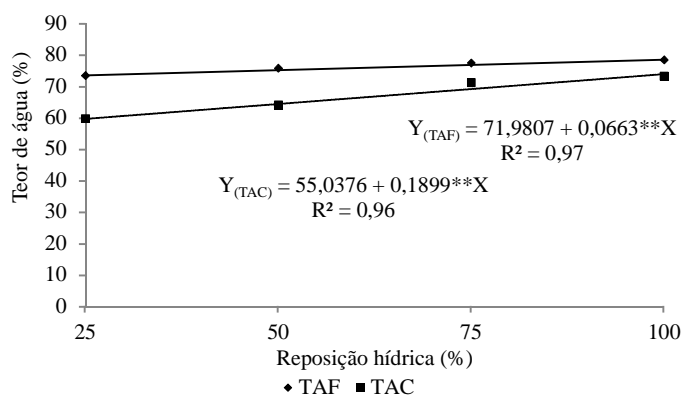


Figura 14. Teor de água na folha (TAF) e no caule (TAC) do feijoeiro aos 45 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

Na Figura 14, observa-se o teor de água na folha (TAF) e no caule (TAC) do feijoeiro aos 45 DAS constatando que os resultados obtiveram comportamentos lineares. De acordo com as equações de regressões, para cada aumento de 25% na RH, ocorreram acréscimo do TAF e TAC de 2,25 e 0,35%, respectivamente.

Assim, observou-se que quanto menor a disponibilidade hídrica para as plantas mais retida fica água no solo. Isso acontece porque a água se encontrar apenas nos microporos. Esta dificuldade para absorção de água faz com que a planta perca maior quantidade de energia para retirar a unidade de água, como não houve diferença aos 15 e 30 DAS do TAF e TAC (Tabela 13), as plantas direcionaram a energia a ser utilizada no crescimento e produção para manter as células turgidas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

5.1.10. Teor de água na parte aérea e razão da área foliar

Na Tabela 14, observa-se o resumo da ANAVA para teor de água na parte aérea (TAPA) e razão de área foliar (RAF) do feijoeiro submetido as diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubação (F) aos 15, 30 e 45 dias após semeadura (DAS). Observou-se diferença significativa de 1% de probabilidade para TAPA aos 45 DAS e para RAF aos 30 DAS. Não se verificou significância para o fator F e a interação RH x F para nenhum dos parâmetros avaliados (TAPA e RAF).

Tabela 14. Resumo da ANAVA para teor de água na parte aérea (TAPA) e razão de área foliar (RAF) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30 e 45 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio					
		TAPA			RAF		
		15 DAS	30 DAS	45 DAS	15 DAS ¹	30 DAS ¹	45 DAS ¹
RH	3	89,21ns	151,14ns	361,57**	0,06ns	5,42**	11,00ns
Bloco	2	41,51ns	45,79ns	4,17ns	0,09ns	0,72ns	2,87ns
Resíduo a	6	48,43	110,93	3,36	0,51	0,44	2,34
F	6	20,07ns	2,99ns	11,48ns	0,42ns	0,78ns	1,24ns
RH x F	18	42,50ns	13,48ns	8,87ns	0,30ns	0,62ns	1,52ns
Resíduo b	48	52,66	9,22	10,66	0,30	0,57	1,09
CV a (%)		16,86	14,81	2,56	12,75	10,82	26,43
CV b (%)		17,58	4,27	4,56	9,83	12,23	18,10
		Médias ²					
Formulação [#]							
F1 – 100:100:100%		41,71	70,91	72,91	33,78	40,52	31,01
F2 – 50:100:50%		43,03	70,85	71,66	33,56	41,77	45,82
F3 – 200:100:200%		40,10	71,36	72,09	29,16	36,52	37,41
F4 – 50:100:100%		40,39	71,00	70,49	31,45	38,77	33,89
F5 – 200:100:100%		40,36	71,05	71,29	29,27	44,50	31,26
F6 – 100:100:50 %		42,99	70,54	72,31	33,38	36,07	36,36
F7 – 100:100:200%		40,36	72,10	70,20	31,78	34,18	30,78

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para o fator F, apesar de não significativo se observou nas médias de todos os DAS (15, 30 e 45 DAS) que as maiores médias para TAPA e RAF foram para a formulação F6 (61,95%) e F2 (40,38%) respectivamente. Porém, as menores médias foram para as formulações F4 (60,63%) e F7 (32,25%), respectivamente.

Analisando as formulações dentro de cada DAS para a variável TAPA observou-se que as maiores e menores médias foram para as formulações F2, F7, F1 e F3, F6, F7, respectivamente, aos 15, 30 e 45 DAS. Já para a variável RAF, verificou-se que as maiores e menores médias foram para as formulações F1, F5, F2 e F3, F7, F7, respectivamente, aos 15, 30 e 45 DAS.

Na Figura 15, observou-se que a medida que aumentou a RH ocorreu acréscimo linear na TAPA e RAF, tendo, segundo a equação de regressão o incremento de 4,98% na TAPA quando se aumentou 25% na reposição hídrica e para a RAF estimou a diferença entre a RH de 25 e 100% de 12,71 cm² g⁻¹ ocasionando o aumento de 15% para cada incremento de 25% na RH.

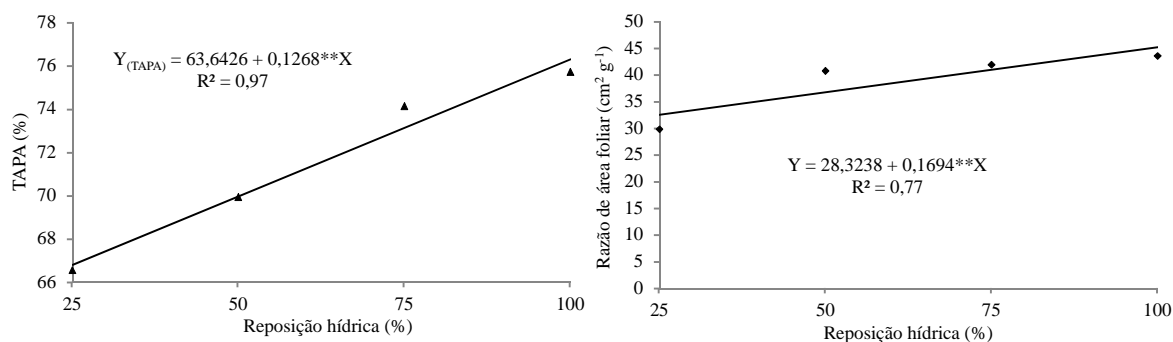


Figura 15. Teor de água na parte aérea (TAPA) aos 45 dias após semeadura e razão de área foliar do feijoeiro aos 30 dias após semeadura em função da reposição hídrica

5.1.11. Produção de fotoassimilados nas folhas

Verifica-se na Tabela 15, os dados de produção de fotoassimilados nas folhas (PFOTF) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubação (F) aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS).

Tabela 15. Resumo da ANOVA para produção de fotoassimilados nas folhas (PFOTF) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio			
		PFOTF			
		15 DAS	30 DAS	45 DAS	90 DAS ¹
RH	3	7,59ns	4,90ns	83,18ns	2,54ns
Bloco	2	1,48ns	3,15ns	98,13ns	1,72ns
Resíduo a	6	2,92	2,97	28,18	0,91
F	6	7,64ns	3,93ns	47,42ns	0,80ns
RH x F	18	4,42ns	2,14ns	26,47ns	0,33ns
Resíduo b	48	5,42	2,77	28,65	0,47
CV a (%)		3,29	3,32	12,47	17,61
CV b (%)		4,48	3,21	12,58	12,63
		Médias ²			
Formulação [#]					
F1 – 100:100:100%		52,02	51,12	45,21	32,01
F2 – 50:100:50%		52,26	52,15	40,90	30,05
F3 – 200:100:200%		51,70	51,97	40,79	32,17
F4 – 50:100:100%		51,71	52,72	39,97	31,66
F5 – 200:100:100%		53,58	52,29	44,16	30,56
F6 – 100:100:50 %		51,68	51,84	43,34	24,62
F7 – 100:100:200%		51,01	51,22	43,54	29,87

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Verificou-se que não houve diferença significativa para nenhum dos fatores RH, F e também para a interação RH x F.

De acordo com a análise estatística, pode-se inferir que apesar do déficit hídrico imposto as plantas, o feijoeiro manteve a capacidade de translocar os assimilados para as folhas e conseqüentemente melhora a eficiência de uso da água. O fato de não ter encontrado significância no fator RH pode-se inferir que o feijoeiro tem capacidade de suportar o estresse hídrico.

5.1.12. Produção de fotoassimilados no caule e das vagens

Na Tabela 16, verifica-se aos 15, 30, 45 e 90 DAS os dados de produção de fotoassimilados no caule (PFOTC) e das vagens (PFOTV) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação.

Tabela 16. Resumo da ANAVA para produção de fotoassimilados no caule (PFOTC) e das vagens (PFOTV) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação aos 15, 30, 45 e 90 dias após semeadura (DAS)

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio				
		PFOTC				PFOTV
		15 DAS	30 DAS	45 DAS	90 DAS	90 DAS ¹
RH	3	7,59ns	4,90ns	83,18ns	388,97**	0,53ns
Bloco	2	1,48ns	3,15ns	98,13ns	189,96*	0,05ns
Resíduo a	6	2,92	2,97	28,18	22,93	0,62
F	6	7,64ns	3,93ns	47,42ns	29,46ns	0,50ns
RH x F	18	4,42ns	2,14ns	26,47ns	26,17ns	0,27ns
Resíduo b	48	5,42	2,77	28,65	43,77	0,30
CV a (%)		3,56	3,59	9,24	12,65	14,01
CV b (%)		4,85	3,47	9,32	17,48	9,81
		Médias ²				
Formulação [#]						
F1 – 100:100:100%		47,97	48,87	54,78	35,94	32,35
F2 – 50:100:50%		47,73	47,84	59,09	36,62	33,31
F3 – 200:100:200%		48,29	48,02	59,20	36,93	30,89
F4 – 50:100:100%		48,28	47,27	60,02	38,21	30,11
F5 – 200:100:100%		46,41	47,70	55,83	37,63	31,79
F6 – 100:100:50 %		48,31	48,15	56,65	39,04	36,32
F7 – 100:100:200%		48,98	48,77	56,45	40,52	29,59

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se que para o fator RH, obteve-se diferença significativa apenas para a variável PFOTC aos 90 DAS. Não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis para o fator F e a interação RH x F.

Apesar de não significativo, observa-se na média geral dos F aos 15, 30, 45 e 90 DAS para PFOTC que a maior produção foi para a formulação F7 e as menores aconteceram nas formulações F1 e F5. Ainda observando essa variável, verifica-se dentro de cada DAS que as maiores e menores médias foram as formulações F7, F1, F4, F7 e F5, F4, F1, F1, respectivamente. A variável PFOTV foi avaliada apenas na colheita (90 DAS), assim, verifica-se que a maior produção aconteceu na formulação F6 e a menor produção de fotoassimilados na vagem foi para a formulação F7.

Observa-se a produção de fotoassimilados do caule (PFOTC) do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica (RH) na Figura 16. Verificou-se comportamento linear na produção de fotoassimilados, ou seja, quanto maior a disponibilidade hídrica maior é a PFOTC. Nota-se ainda que de acordo com a equação de regressão, para cada aumento de 0,43% na produção dos fotoassimilados necessita-se de 1% de RH. No geral Urchei et al. (2000) e Soratto et al. (2006) sugeriram que quanto maior a disponibilidade de água por períodos mais prolongados, maior será absorção pelas plantas e conseqüentemente a síntese de fotoassimilados. Ainda sugeriram que quanto menor a massa de planta menor a produção de fotoassimilados.

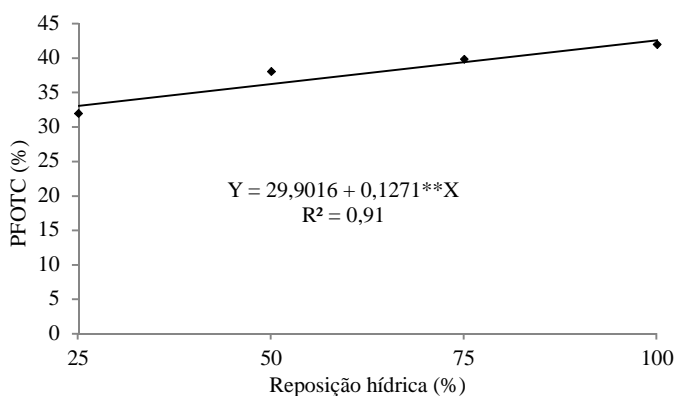


Figura 16. Produção de fotoassimilados do caule do feijoeiro aos 90 dias após semeadura (DAS) em função da reposição hídrica

5.2. Análises de colheita

5.2.1. Número de vagens por planta, diâmetro médio das vagens, comprimento das vagens, número de grãos por planta e número médio de grãos por vagens

Na Tabela 17, encontra-se o resumo da ANAVA para número de vagens por planta (NVP), diâmetro médio das vagens (DV), comprimento das vagens (CV), número de grãos por planta (NGP) e número médio de grãos por vagens (NMG) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas (RH) e tipos de formulações de adubação (F). Observando o fator RH, verificou-se que houve diferença significativa para NVP e NGP a 1% de probabilidade de significância e para CV e NGV a 5% de probabilidade de significância. A variável DV não apresentou resultados significativos para o fator RH. O fator F e a interação RH x F não apresentaram resultados significativos para nenhuma das variáveis analisadas.

Tabela 17. Resumo da ANAVA para número de vagens por planta (NVP), diâmetro médio das vagens (DV), comprimento das vagens (CV), número de grãos por planta (NGP) e número médio de grãos por vagens (NMG) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio				
		NVP ¹	DV	CV	NGP ¹	NMG
RH	3	9,26**	3,74ns	4,67*	68,43**	2,31*
Bloco	2	0,39ns	3,13ns	0,34ns	2,79ns	0,56ns
Resíduo a	6	0,63	2,93	1,37	5,08	0,48
F	6	0,26ns	1,41ns	0,77ns	1,76ns	0,57ns
RH x F	18	0,20ns	2,33ns	0,79ns	1,56ns	0,34ns
Resíduo b	48	0,19	2,56	0,52	1,13	0,27
CV a (%)		18,91	21,75	12,39	23,27	13,30
CV b (%)		10,50	20,33	7,65	10,99	9,96
		Médias ²				
Formulação [#]						
F1 – 100:100:100%		16,25	7,87	9,82	87,91	5,39
F2 – 50:100:50%		19,50	8,62	9,56	104,94	5,24
F3 – 200:100:200%		17,41	7,63	9,43	97,08	5,49
F4 – 50:100:100%		18,91	7,82	9,19	96,00	5,03
F5 – 200:100:100%		17,58	7,77	9,09	86,66	4,87
F6 – 100:100:50 %		20,16	7,83	9,61	109,30	5,31
F7 – 100:100:200%		19,08	7,60	9,58	103,62	5,36

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na Figura 17, estão descritas as equações de regressões que melhor se ajustaram para o NVP, CV, NGP, NMG do feijoeiro em função da RH. Percebe-se que todas as variáveis obtiveram comportamento linear crescente com relação ao estresse hídrico.

Segundo a equação de regressão (Figura 17), estimou-se que houve incremento no número de vagens por planta de 51,02% nas plantas irrigadas com 100% da RH em relação as irrigadas com a RH de 25%, gerando o incremento de 2,13% no NVP para cada aumento unitário da RH. Com relação ao NVP Monteiro et al. (2010); Torres et al. (2013) constataram também aumento proporcional de vagens no feijoeiro quando se aumentou a RH em até 100% e vice-versa. Tagliaferre et al. (2013) verificaram aumento no NVP até os 299 mm de lâmina de irrigação, a partir dessa quantidade de RH observou-se a queda constante até a maior lâmina aplicada (578 mm).

Para o comprimento médio das vagens (CV) estimou-se pela equação de regressão (Figura 17) que para cada 0,15% de acréscimos no comprimento da vagem necessitou aumentar 1% RH. Silva et al. (2012) analisando o CV em feijoeiro com irrigação controlada por potencial matricial verificaram comportamento quadrático na fase reprodutiva.

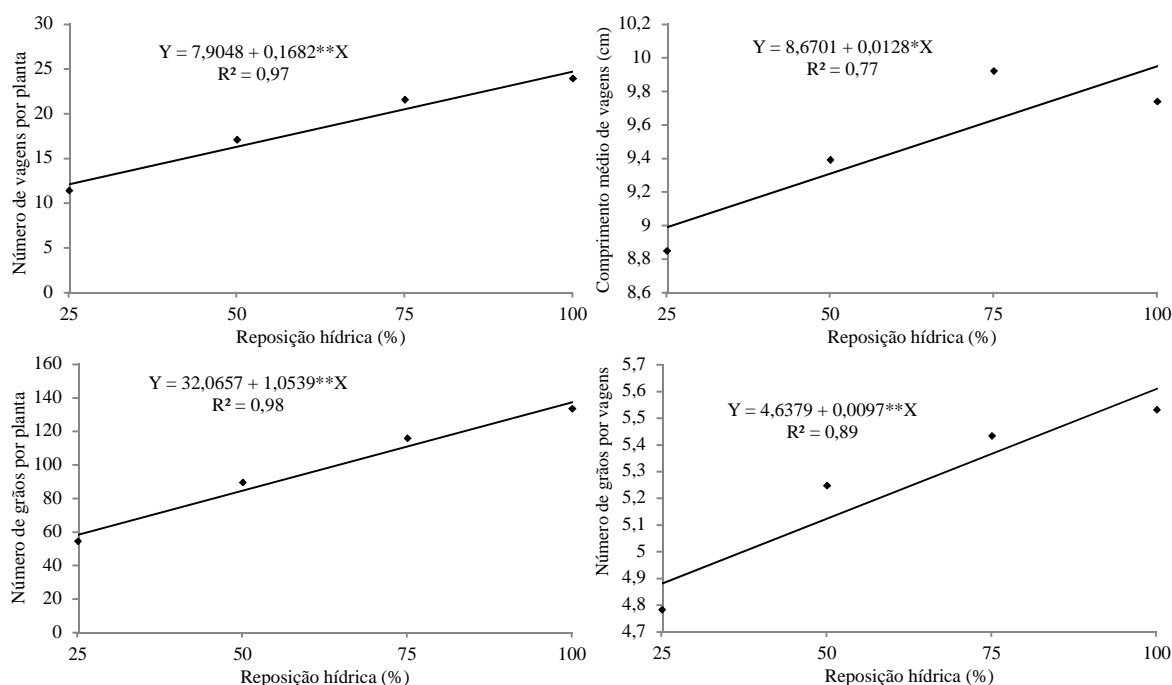


Figura 17. Número de vagens por planta, comprimento médio das vagens, número de grãos por planta e número de grãos por vagens do feijoeiro em função da reposição hídrica

Observando o NGP e NGV constatou-se pela equação de regressão (Figura 17) o incremento de 3,29 e 0,21% para o número de grão por planta e grãos por vagem para cada aumento unitário de RH, respectivamente. Torres et al. (2013) verificaram que o déficit hídrico causado pelas lâminas d'água equivalentes a 40% e 70% da evapotranspiração diária da cultura do feijoeiro a quantidade de vagens e grãos por planta. Tagliaferre et al. (2013) analisando a variável NGV em função das lâminas de irrigação, observaram que essa característica apresentou efeito quadrático. De acordo com o modelo encontrado pelos autores, para obter o máximo número de grãos por vagem (11,96), deve-se aplicar uma lâmina de irrigação igual de 332,63 mm.

5.2.2. Peso total das vagens, peso médio das vagens, peso seco das vagens, peso dos grãos por planta e produtividade

Na Tabela 18, está apresentado o resumo da ANAVA para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV), peso dos grãos por planta (PG) e produtividade (PROD) do feijoeiro submetido a diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação.

Na reposição hídrica houve diferença significativa a 1% de probabilidade para as variáveis PTV, PSTV, PG e PROD (Tabela 18). Para o fator F houve significância a 5% de probabilidade para PMV e PSTV. A interação RH x F houve diferença significativa a 1% de probabilidade para as variáveis PTV, PMV e PSTV.

Os resultados do peso dos grãos por planta indicam que utilizando a reposição hídrica de 25, 50, 75 e 100% obteve-se peso estimado, segundo a equação de regressão (Figura 18), de 19,46, 28,60, 37,74 e 46,88 g planta⁻¹, respectivamente, gerando aumento de 3,54% para cada aumento de 1% na reposição hídrica. Estes resultados corroboram com os de Mendes et al. (2007) mostram que quanto maior o estresse hídrico menor a quantidade de grãos em uma planta e vice-versa.

Na variável produtividade (PROD), constatou-se segundo a equação de regressão (Figura 18) que as plantas irrigadas com 100% da RH obtiveram a produtividade de 17,98, 35,97 e 53,96% maior que as plantas irrigadas com 75, 50 e 25% da RH, respectivamente, dando a diferença de 0,27, 0,54 e 0,80 t ha⁻¹ entre a RH de 100% e os demais, respectivamente. Esta diferença estima acréscimo de 2,56% na produtividade para cada aumento unitário na RH.

Tabela 18. Resumo da ANAVA para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV), peso dos grãos por planta (PG) e produtividade (PROD) do feijoeiro submetido as diferentes reposições hídricas e tipos de formulações de adubação

Fonte Variação	GL	Quadrados Médio				
		PTV ¹	PMV ¹	PSTV	PG ²	PROD ²
RH	3	13,05**	0,02ns	3,68**	15,16**	0,313**
Bloco	2	0,33ns	0,03ns	0,03ns	0,47ns	0,008ns
Resíduo a	6	0,56	0,01	0,22	1,15	0,024
F	6	1,05ns	0,08*	0,19*	0,91ns	0,020ns
RH x F	18	2,32**	0,09**	0,15**	0,53ns	0,011ns
Resíduo b	48	0,57	0,03	0,06	0,42	0,009
CV a (%)		12,27	7,73	18,14	20,74	10,88
CV b (%)		12,45	12,20	9,80	12,51	6,67

Formulação [#]	Médias ³				
	g				t ha ⁻¹
F1 – 100:100:100%	43,64	2,81	6,31	24,52	0,99
F2 – 50:100:50%	38,59	1,98	7,67	31,21	1,26
F3 – 200:100:200%	34,07	1,88	6,46	25,23	1,01
F4 – 50:100:100%	38,26	1,87	6,42	25,52	1,03
F5 – 200:100:100%	32,72	1,87	6,35	23,20	0,93
F6 – 100:100:50 %	40,52	2,01	7,99	30,71	1,24
F7 – 100:100:200%	42,91	2,06	7,38	28,02	1,13

#Formulação relacionada a porcentagens de NPK. * e ** - significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. GL – Grau de liberdade. RH – Reposição hídrica. F – Tipo de formulação. RH x F – Interação RH x F. ¹ – Dados transformados em Raiz de X. ² – Dados transformados em Raiz de X + 1. ³ – Médias apresentadas sem transformação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

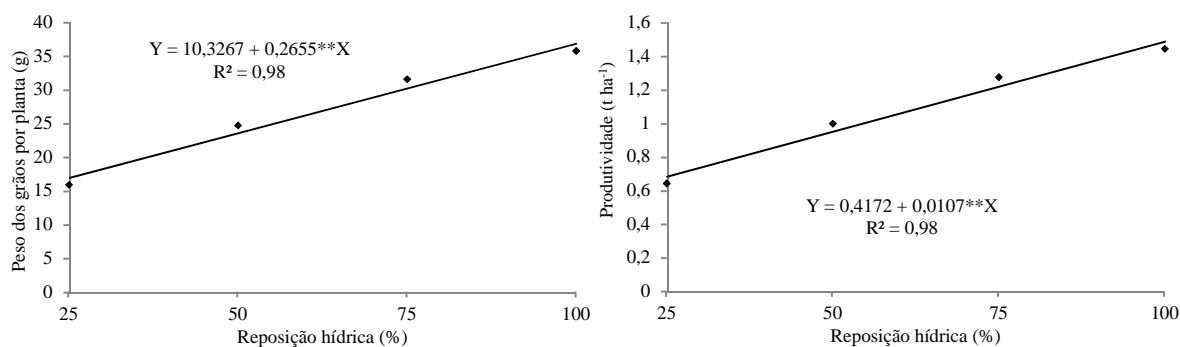


Figura 18. Peso dos grãos por planta e produtividade do feijoeiro em função da reposição hídrica

Verifica-se na Figura 19, o desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV). Notou-se que para PTV ocorre comportamento quadrático para as formulações F2 e F3, e, obteve-se aumento no peso de vagens até aos 70,94 e 71,80% de RH, respectivamente, e em seguida a queda até a lâmina de 100% da

capacidade de campo. Houve também comportamento quadrático para a formulação F1, porém, demonstrou a queda de peso nas lâminas intermediárias e o maior peso das vagens ocorreu na reposição hídrica de 25%, com 60,05 g por planta e o menor PTV por planta foi estimado na reposição hídrica de 74,94% com 34,12 g planta⁻¹.

Os resultados das formulações F4, F6 e F7 demonstraram comportamento linear, e, quanto maior o estresse hídrico menor é o peso total das vagens. Assim, estimou-se pela equação de regressão (Figura 19), incremento de 6,12, 9,41 e 5,63% no PTV conforme o aumento de 1% na RH, respectivamente. Na formulação F5, não houve diferença significativa entre as reposições hídricas.

Silva et al. (2012) avaliando massa fresca das vagens sob irrigação no cultivo do feijoeiro verificaram comportamento quadrático dos resultados.

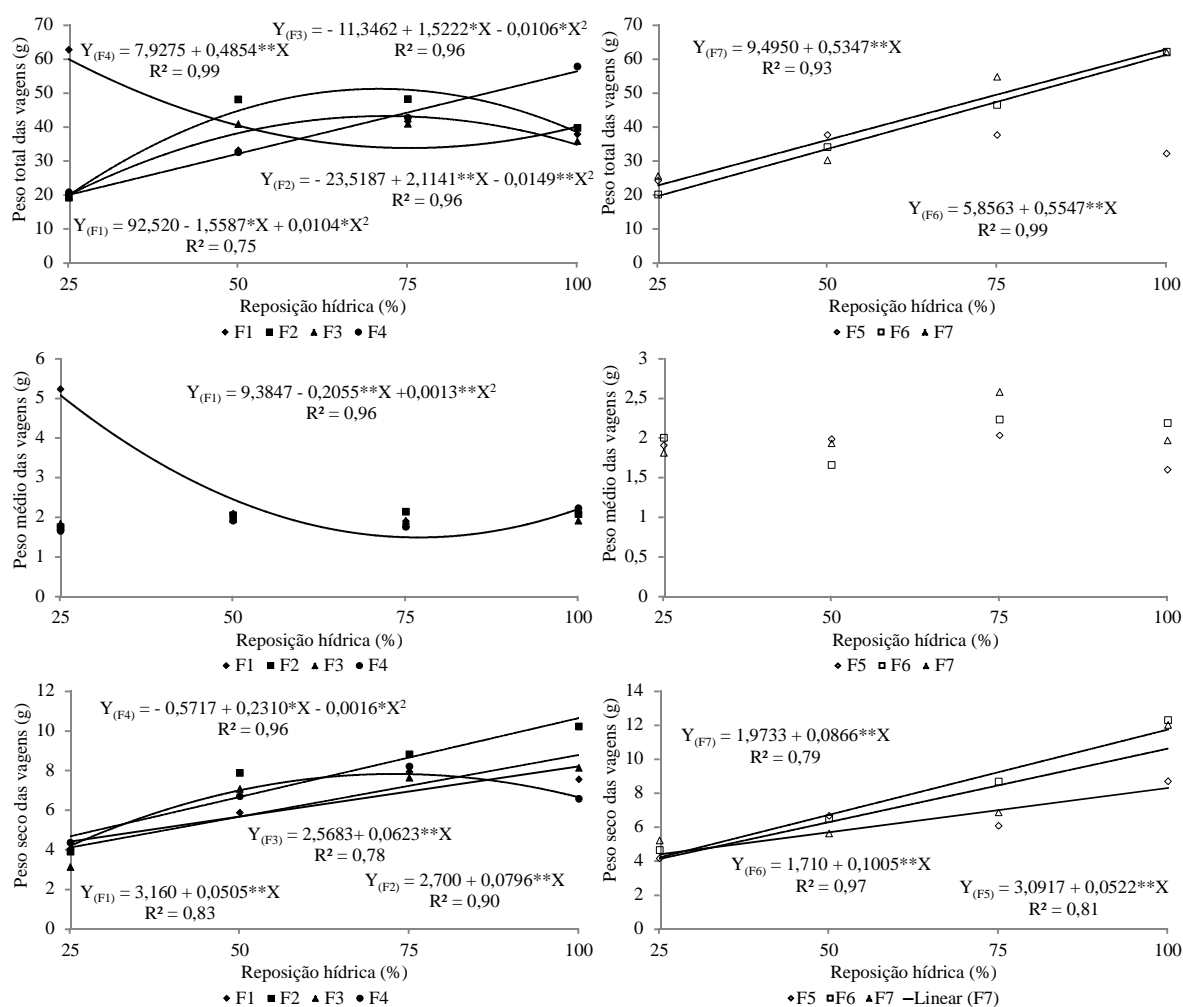


Figura 19. Desdobramento da reposição hídrica dentro de cada tipo de formulação para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV)

Verifica-se para o PMV, que apenas para a formulação F1 houve diferença entre as RH, ajustando-se a equação quadrática. O maior PMV foi estimado para a RH de 25% com 5,06 g, já o menor peso estimado foi quando se utilizou a lâmina de irrigação com 79,04% RH.

Para a variável PSV, verificou-se um único comportamento quadrático para a formulação F4, e estimou-se pela equação de regressão (Figura 19), que o maior peso seco foi adquirido pelos feijoeiros quando a lâmina de irrigação estava em 72,19% de RH. Os demais tipos de formulações de adubações (F1, F2, F3, F5, F6 e F7) demonstraram comportamento linear de crescimento, em que, quanto maior a RH maior foi o PSV. Assim, para cada aumento de 1% na RH ocorre acréscimo de 1,60; 2,95; 2,43; 1,69; 5,88 e 4,39% no peso seco das vagens para as formulações F1, F2, F3, F5, F6 e F7, respectivamente.

Na Tabela 19, observa-se o desdobramento do fator F dentro de cada RH para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV). Verificando a variável PTV, observou-se diferença significativa apenas para as RH de 25 e 100%. Para a lâmina de 25% de RH os resultados mostraram que a formulação F1 obteve estatisticamente a melhor média e diferiu significativamente dos demais tipos de formulações. Observou-se para a maior RH utilizada que o melhor PTV foi para os feijoeiros que o solo foi corrigido com a formulação F6, porém, ele não diferiu estatisticamente das formulações F1, F2, F4 e F7, o menor desempenho para essa variável aconteceu para a F5, não diferindo estatisticamente das formulações F1, F2, F3 e F4.

Analisando o PMV em relação a RH, notou-se diferença estatística apenas para as plantas do feijoeiro que tinham água disponível de apenas 25% da reposição hídrica. Nota-se que utilizando a formulação F1 o feijoeiro obteve o melhor PMV, diferindo-se estatisticamente de todos os demais. Para as reposições hídricas de 50, 75 e 100% não se observou diferença significativa entre as formulações utilizada no experimento.

Com relação ao PSV, percebeu-se diferença estatística significativa entre as formulações apenas quando utilizou a reposição hídrica de 100%, e, as plantas que receberam as formulações F3, F6 e F7 não diferiram significativamente entre elas, no entanto o PSV obtido pela formulação F6 foi estatisticamente 29,31, 46,61, 33,88 e 38,61% maior que o PSV das formulações F5, F4, F2 e F1, respectivamente. As formulações F3, F5 e F7 também não diferiram significativamente entre si, como também as formulações F1, F2, F3 e F5 foram estatisticamente iguais. O tipo de

formulação que menos contribuiu para o menor desempenho das vagens seca foi o F4, não diferindo estatisticamente dos F1, F2 e F5.

Tabela 19. Desdobramento do tipo de formulação dentro de cada reposição hídrica para peso total das vagens (PTV), peso médio das vagens (PMV), peso seco das vagens (PSTV)

Tipo de Formulação [#]	Reposição hídrica (%)			
	25	50	75	100
Peso total das vagens				
F1 – 100:100:100%	62,55a	32,90a	41,44a	37,68abc
F2 – 50:100:50%	18,98b	47,88a	47,97a	39,52abc
F3 – 200:100:200%	19,27b	40,66a	40,74a	35,61bc
F4 – 50:100:100%	20,55b	32,34a	42,56a	57,59abc
F5 – 200:100:100%	24,02b	37,46a	37,43a	31,99c
F6 – 100:100:50 %	19,92b	33,86a	46,31a	61,99a
F7 – 100:100:200%	25,35b	30,01a	54,55a	61,73ab
Peso médio das vagens				
F1 – 100:100:100%	5,21a	2,06a	1,88a	2,08a
F2 – 50:100:50%	1,73b	2,03a	2,12a	2,06a
F3 – 200:100:200%	1,82b	1,93a	1,89a	1,89a
F4 – 50:100:100%	1,63b	1,89a	1,73a	2,21a
F5 – 200:100:100%	1,89b	1,97a	2,02a	1,59a
F6 – 100:100:50 %	1,99b	1,64a	2,22a	2,17a
F7 – 100:100:200%	1,80b	1,92a	2,57a	1,95a
Peso seco das vagens				
F1 – 100:100:100%	4,00a	5,84a	7,91a	7,52cd
F2 – 50:100:50%	3,87a	7,84a	8,79a	8,10cd
F3 – 200:100:200%	3,10a	7,03a	7,60a	10,18abc
F4 – 50:100:100%	4,32a	6,66a	8,17a	6,54d
F5 – 200:100:100%	4,11a	6,61a	6,03a	8,66bcd
F6 – 100:100:50 %	4,60a	6,46a	8,64a	12,25a
F7 – 100:100:200%	5,16a	5,58a	6,82a	11,97ab

[#]Formulação relacionada a porcentagens de NPK. Médias seguidas pela letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

6. CONCLUSÃO

- O estresse hídrico prejudicou o crescimento e a produtividade do feijoeiro.
- O fator tipos de formulações de adubos foram significativos apenas para o parâmetro de crescimento diâmetro do caule, e na colheita houve significância para peso médio das vagens, peso seco e total das vagens.
- O feijoeiro tem boa produtividade ao estresse hídrico de 75% de reposição hídrica em relação a testemunha (100% reposição hídrica).
- Observando o crescimento e a produtividade do feijoeiro, verifica-se que a formulação testemunha (100%N:100%P:100%K) obteve os melhores resultados, que comprova a eficiência da recomendação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R. S.; MODA-CIRINO, V.; FARIA, R. T.; VIDAL, L. H. I. Avaliação de linhagens promissoras de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes ao déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013**. Brasília: ANA, 432 p., 2013. (ISBN 978-85-882100-15-8)

ALMEIDA, C. A. N. de; FERNANDES, G. C. A qualidade da alimentação para suprir as necessidades de energia de crianças, jovens e adultos. **International Journal of Nutrology**, v.4, n.3, p.60-69, set/dez 2011.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.de; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. do. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39, n.2, p.131-138, 2004.

BABALOLA, O. Water relations of three cowpea cultivars [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **Plant and Soil**, v.56, p.59-69, 1980.

BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, D. B. dos.; OLIVEIRA, A. F. M.; AZEVEDO, C. A. V. de.; MEDEIROS, S. S. Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v.17, n.7, p.698-705, 2013.

BEEBE, S. E.; IDUPULAPATI, R. A. O.; MATTHEW, W. B.; BUTARE, L. Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. **Crop Science**, Madison, v. 48, n. 2, p. 582-592, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. UFV, Viçosa-MG, ed.8, 2008.

BASSO, S.M.S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC e Lotus L.** 1999. 268p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BEZERRA, I. N.; SOUZA, A.M.; PEREIRA, R.A.; SICHIERI, R. Consumo de alimentos fora do domicílio no Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.4 p. 200-211, 2013.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa: SBCS, 2007. p.375-470.

CARLESSO, R.; JADOSKI, S.O.; MAGGI, M.F.; PETRY, M.; WOLSHICK, D. Efeito da lâmina de irrigação na senescência foliar do feijoeiro. **Revista Irriga**, v. 12, n. 4, p. 545-556, 2007.

CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perda de solo e água em um Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.385-389, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2013** / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2013.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). 2003. **Resolução Nº 32, de 15 de outubro de 2003**. (Publicado no DOU em 17/12/2003). Disponível em:

<http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=25&limitstart=120> Acesso em: 28/12/2013.

CUNHA, A. R.; UMBELINO, B.; CORREIA, M. L.; NEVES, M. F. Efeitos do magnésio sobre a estrutura e função vascular. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, vol. 10, n. 3, Jul/Set – 2011.

CUNHA, D. F.; CUNHA, S. F. C. **Microminerais** In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. (Ed.). Ciências nutricionais. São Paulo: Sarvier, 1998. Cap. 9. p.141-165.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ESTEVES, B. S.; SILVA, D. G.; PAES, H. M. F.; SOUSA, E. F. **Irrigação por gotejamento**. Niterói: Programa Rio rural, 2012. 18 p.

FERNANDEZ, F. GEPTS, P; LOPES, M; **Etapas de desarrollo de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L)**. CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986, 34p.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. **Ciência e Agrotecnologia**. vol.35 no.6, p. 1039-1042, 2011.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. de. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.99-105, jan. 2008.

GOMES, A.A.; ARAÚJO, A.P.; ROSSIELLO, R.O.P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.10, p.1927-1937, 2000.

GRUPO DE COORDENAÇÃO DE ESTATÍSTICAS AGROPECUÁRIAS (GCEA).
**Goiás – levantamento sistemático da produção agrícola (novembro de 2013):
acompanhamento da safra 2013.** Goiânia, 2013.

LACERDA, C.F. de. **Relações solo-água-plantas em ambientes naturais e agrícolas do nordeste brasileiro.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. p. 79, 2007.

LACERDA, M.J.R.; FREITAS, K.R.; SILVA, J.W.da. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.

LIMA, E. V.; ARAGÃO, C.A.; MORAIS, O. M.; TANAKA, R.; GRASSI FILHO, H. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.125-129, jan./mar. 2001.

LOPES, A. S. & GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa: SBCS, 2007. p.1-64.

MACÊDO, E. M. C. de; AMORIM, M. A. F.; SILVA, A. C. S. da; CASTRO, C. M. M. B. de. Efeitos da deficiência de cobre, zinco e magnésio sobre o sistema imune de crianças com desnutrição grave. **Revista Paulista de Pediatria**, 28(3):329-336, 2010.

MARIN, A.; SANTOS, D.M.M. dos. Interação da deficiência hídrica e da toxicidade do alumínio em guandu cultivado em hidroponia. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.10, p.1267-1275, 2008.

MENDES, R.M.S.; TÁVORA, F.J.A.F.; PITOMBEIRA, J.B.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.95-103, 2007.

MONTEIRO, P.F.C., ANGULO FILHO, R.; MONTEIRO, R.O.C. Efeitos da irrigação e da adubação nitrogenada sobre as variáveis agronômicas da cultura do feijão. **Revista Irriga**, v. 15, n. 4, p. 386-400, 2010.

NASCIMENTO, J.T.; PEDROSA, M.B.; TAVARES SOBRINHO, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.174-177, abril-junho 2004.

NETO, A. E. F.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. P. 252.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa: SBCS, 2007. p.1-1017.(a)

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa: SBCS, 2007. p.471-550.(b)

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. & BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D. & LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa/Sae, 1991. p.189-254.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU. A. F. B. **Cultivar** In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉN, A. (Eds.). Feijão. Viçosa: UFV, 2006. p. 415 - 436.

REIS, E. F. dos; BARROS, F. M.; CAMPANHARO, M.; PEZZOPANE, J. E. M. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG, v.13, n.2, p.74-81, Abr./Jun., 2005.

RODRIGUES, J. **Trichoderma spp. associado a níveis de adubações NPK no patossistema *Sclerotinia sclerotiorum* – feijão**. Santa Maria. 2010. 84 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

RODRIGUES, W. Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de Cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, vol.43, n.1, pp. 135-153, 2005.

SANTOS, A. F. dos; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1267–1272, 2010.

SILVA, H.T. da; COSTA, A.O. **Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae)**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 40 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 156)

SILVA, L. S. da; BOHNEN, H. Produtividade e absorção de nutrientes pelo arroz cultivado em solução nutritiva com diferentes níveis de silício e cálcio. **Revista brasileira Agrociência**, v. 9, n. 1, p. 49-52, jan-mar, 2003.

SILVA, W.G. da, CARVALHO, J.A., OLIVEIRA, E.C., REZENDE, F.C. LIMA JUNIOR, J.A. de. RIOS, G.F.A. Manejo de irrigação para o feijão-de-metro, nas fases vegetativa e produtiva, em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.978–984, 2012.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2. p. 259-266, 2006.

SORATTO, R. P.; ORIVALDO, A. R. F.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; SILVA, T. R. B. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2003.

SOUZA, A.B. de; ANDRADE, M.J.B. de; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. de. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob

plantio convencional, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 39-43, mar. 2008.

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, adubação e calagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V.27, n.6, p.1205-1213, nov./dez., 2003.

SZEKUT, F. D.; KLEIN, M. R.; REIS, C. F.; SUSZEK, F. L.; VILAS BOAS, M. A. Uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento destinado à agricultura familiar. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING E IV WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 2012. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza – CE : INSTITUTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO NA AGRICULTURA IRRIGADA (INOVAGRI), 2012.

TAGLIAFERRE, C. SANTOS, T.J.; SANTOS, L.C; SANTOS NETO, I.J. dos; ROCHA, F.A.; PAULA, A. de. Características agrônômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio. **Revista Ceres**. vol.60, n.2, p. 242-248, 2013.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Editora: Artmed, p. 954, 2013.

TORRES, J.L.R.; SANTANA, M.J.; PIZOLATO NETO, A.; PEREIRA, M.G.; VIEIRA, D.M.S. Produtividade de feijão sobre lâminas de irrigação e coberturas de solo. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p.833-841, 2013.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

