

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PARÂMETROS
NUTRICIONAIS NA CULTURA DA RÚCULA SUBMETIDA A
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO**

GUSTAVO RICARDO GONÇALVES BECARI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU-SP

Setembro – 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PARÂMETROS
NUTRICIONAIS NA CULTURA DA RÚCULA SUBMETIDA A
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO**

GUSTAVO RICARDO GONÇALVES BECARI

Orientador: Profa. Dra. Maria Helena Moraes

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU-SP

Setembro – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B388e Becari, Gustavo Ricardo Gonçalves, 1979-
Eficiência do uso da água e parâmetros nutricionais na cultura da rúcula submetida a diferentes condições de estresse hídrico / Gustavo Ricardo Gonçalves Becari. - Botucatu : [s.n.], 2015
ix, 92 f. : grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2015
Orientador: Maria Helena Moraes
Inclui bibliografia

1. Hortaliças - Efeito da umidade do solo. 2. Nutrientes. 3. Eficiência do uso da água. 4. Solo - Umidade. I. Moraes, Maria Helena. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE BOTUCATU

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÔNICAS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PARÂMETROS NUTRICIONAIS NA CULTURA DA RÚCULA SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO

AUTOR: GUSTAVO RICARDO GONÇALVES BECARI

ORIENTADORA: Profa. Dra. MARIA HELENA MORAES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. MARIA HELENA MORAES

Dep de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Prof. Dr. RODRIGO DOMINGUES BARBOSA

Dep de Agronomia / Eduvale - Associação Educacional do Vale Da Jurumirim

Prof. Dr. MARCELO LEONARDO

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral/ Botucatu

Prof. Dr. JÚLIO CÉSAR THOALDO ROMEIRO

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral/ Botucatu

Prof. Dr. HÉLIO GRASSI FILHO

Dep de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Data da realização: 24 de setembro de 2015.

AGRADECIMENTOS

À Energia que arquiteta! À Energia que semeia! À Energia que constrói, destrói e reconstrói! À Energia que rompe obstáculos! À Energia da beleza, da prosperidade, da felicidade e do amor!

Ao povo brasileiro, em nome da CAPES que me permitiu a bolsa de doutorado, minha estadia nos EUA e muitas coisas excelentes. Ao Brasil, a pátria do café!

Ao meu pai e minha mãe, por todo aprendizado, conforto e amor, cada um a sua maneira. A união dos dois que me gerou, e que proporcionou a oportunidade de aprender mais, além de dois irmãos que também amo muito. Aos tios e tias, primos e primas, em especial a Tati e Cia, e a Mariana. Aos pensamentos positivos de meus avôs e avós e dos meus antepassados.

Aos todos os amigos de Botucatu!

À república Santo Grau, o berço dos melhores! E também por ser uma república bilíngue.

A todos aqueles que me ajudaram em alguma coisa nos inúmeros experimentos.

A todos aqueles que torcem por mim!

A Agronomia de Botucatu, por ter me aceitado em seu curso de PÓS. À FCA/UNESP.

À Profa. Maria Helena Moraes e à banca examinadora pela ajuda, sugestões e correções.

À seção de PG e ao Depto de Ciência do Solo.

A todos os professores das disciplinas que cursei, matriculado ou como ouvinte, e foram muitas.

Aos servidores e funcionários terceirizados, todos, do Lageado, em especial a equipe da Biblioteca, a equipe do departamento de Solos, Pedrinho, Roberto, Seu De Pieri, ao vizinho, ao Felipe, a Silvia, a Selma, ao José Carlos e a todo o pessoal das análises, e que são muitos. Ao Prof. Dirceu pela cessão de espaço na casa de vegetação, ao Prof. Lyra pelo auxílio. A Marlene, hoje na seção de graduação.

Ao Edilson Ramos e ao Gevanilton por toda a ajuda técnica e burocrática. A Franciana pelas dicas.

A Nietzsche, por seus pensamentos e lições.

A todos os agropecuaristas do Brasil, pelos alimentos.

UM FORTE, SINCERO, AMOROSO e IMENSO AGRADECIMENTO A UMA PESSOA EM ESPECIAL.

Um agradecimento a vida.

O SUCESSO, O AMOR E A FELICIDADE SÃO INEVITÁVEIS!

Agradeço a todos que me apoiaram direta e indiretamente.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	VII
Lista de Tabelas.....	VIII
RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 A cultura da Rúcula	7
2.2 Potenciais de Água no solo	9
2.2.1 Estresse hídrico	12
2.3 Lâminas de Irrigação e produtividade.....	13
2.4 Eficiência do uso da água	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Caracterização da área experimental	17
4 CAPÍTULO 1 – EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PARÂMETROS NUTRICIONAIS DA CULTURA DA RÚCULA CV. APRECIATTA SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO.	18
4.1 RESUMO –.....	18
4.2 ABSTRACT –.....	20
4.3 INTRODUÇÃO	21
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.4.1 Caracterização da área experimental	22
4.4.2 Variáveis Analisadas.....	26
4.4.3 Delineamento experimental.....	26
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.5.1 Teores nutricionais da parte aérea.....	27
4.5.2 Aspectos Produtivos.....	35
4.5.3 Quantidade acumulada de nutrientes.....	37

4.5.4 Eficiência do uso da água.....	43
4.6. CONCLUSÕES	46
4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
5. CAPÍTULO 2 – EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PARÂMETROS NUTRICIONAIS DA CULTURA DA RÚCULA CV. FOLHA LARGA SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO.	56
5.1 RESUMO –.....	56
5.2 ABSTRACT –.....	58
5.3 INTRODUÇÃO	59
5.4 MATERIAL E MÉTODOS	60
5.4.1 Caracterização da área experimental.....	60
5.4.2 Variáveis Analisadas.....	63
5.4.3 Delineamento experimental.....	65
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.5.1 Teores nutricionais da parte aérea.....	65
5.5.2 Aspectos Produtivos.....	73
5.5.3 Quantidade acumulada de nutrientes.....	75
5.6 CONCLUSÕES	83
5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

Lista de Figuras

Capítulo 1	18
Figura 1 Temperatura diária máxima e mínima (°C), ocorridas durante o experimento	23
Figura 2 Umidade relativa do ar diária, máxima e mínima, ocorridas durante o experimento	23
Capítulo 2	56
Figura 1 Temperatura diária máxima e mínima (°C), ocorridas durante o experimento	61
Figura 2 Umidade relativa do ar diária, máxima e mínima, ocorridas durante o experimento	61

Lista de Tabelas

Capítulo 1	18
Tabela 1 – Caracterização física dos solos utilizados.....	24
Tabela 2 – Dados da retenção de água	24
Tabela 3 – Soma da reposição de água, expressa em $L\ vaso^{-1}$, em função da textura do solo e da capacidade de retenção de água pelo solo.....	24
Tabela 4 – Caracterização química dos solos para fins de fertilidade.....	25
Tabela 5 – Valores médios de teores foliares de macronutrientes, em $g\ kg^{-1}$, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.....	33
Tabela 6 – Valores médios dos teores foliares de macronutrientes, em $g\ kg^{-1}$, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.	33
Tabela 7 – Valores de teores foliar de micronutrientes, em $mg\ kg^{-1}$, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.	33
Tabela 8 – Valores médios dos teores foliares de B, em $mg\ kg^{-1}$, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.....	34
Tabela 9 – Quantidade de matéria fresca e matéria seca da parte aérea, em $g\ vaso^{-1}$, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.....	36
Tabela 10 - Valores médios de matéria fresca, em $g\ vaso^{-1}$, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.....	36
Tabela 11 – Quantidade de macronutrientes acumulados na parte aérea, em $g\ vaso^{-1}$, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.....	38
Tabela 12 - Valores médios dos teores foliares de macronutrientes, em $g\ vaso^{-1}$, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.	40
Tabela 13 – Quantidade de micronutrientes acumulados na parte aérea, em $mg\ vaso^{-1}$, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.	42
Tabela 14 - Valores médios da quantidade acumulada de B, em $mg\ vaso^{-1}$, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.....	43
Tabela 15 – Eficiência do uso da água, em $g\ L^{-1}$, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.	45
Tabela 16 - Valores médios da eficiência do uso da água, em $g\ L^{-1}$, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.....	45
Capítulo 2	56
Tabela 1 – Caracterização química dos solos para fins de fertilidade.....	64
Tabela 2 – Valores médios teores foliares de macronutrientes, em $g\ kg^{-1}$, cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.	66
Tabela 3 – Valores médios dos teores foliares de macronutrientes, em $g\ kg^{-1}$, cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.	69
Tabela 4 – Valores de teores foliar de micronutrientes, em $mg\ kg^{-1}$, cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.	70
Tabela 5 – Valores médios dos teores foliares de Mn e Zn, em $mg\ kg^{-1}$, cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.	72

Tabela 6 – Valores médios da quantidade de matéria fresca e matéria seca da parte aérea, em g vaso ⁻¹ , cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.	73
Tabela 7 - Valores médios de matéria fresca, em g vaso ⁻¹ , cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.....	74
Tabela 8 – Quantidade de macronutrientes acumulados na parte aérea, em g vaso ⁻¹ , cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.....	76
Tabela 9 - Valores médios da quantidade de macronutrientes acumulada, em g vaso ⁻¹ , cultivar Folha Larga, no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.	78
Tabela 10 – Valores médios da quantidade de micronutrientes acumulada na parte aérea, em mg vaso ⁻¹ , cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.....	80
Tabela 11 - Valores médios da quantidade de Mn e Zn acumulada na parte aérea, em mg vaso ⁻¹ , cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.....	82
Tabela 12 – Eficiência do uso da água, em g L ⁻¹ , cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.	83

RESUMO

O correto manejo da irrigação é de grande importância para que a produção de alimentos seja sustentável. A rúcula tem sido cultivada durante todo o ano, em inúmeras regiões do nosso país. Para completar seu ciclo, utiliza grande quantidade de água, fato que evidencia a necessidade de estudos relacionados com o fornecimento de água para a cultura. O objetivo deste trabalho foi estudar a cultura da rúcula em diferentes classes de textura de solo e diferentes porcentagens da capacidade de campo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, em Botucatu-SP, em ambiente protegido, coberto com PEBD (Poli Etileno de Baixa Densidade) de 150 micra e com laterais de clarite 50%. O clima da região é do tipo Cfa. Foram estudadas duas cultivares de rúcula: A Apreciatta cujo transplante foi realizado em 12 de outubro de 2014 e colhidas em 18 de novembro de 2014 e a cultivar Folha Larga cujo transplante foi realizado em 10 de janeiro de 2015 e colhida em 21 de fevereiro de 2015. Para a execução do trabalho foram utilizadas três classes de solos que contemplam três classes de textura de solo: arenosa (Neossolo Quartzarênico alumínico - RQa), média (Latosolo Vermelho distrófico - LVd) e argilosa (Latosolo Vermelho distroférico - LVdf). As avaliações foram realizadas nos dois ciclos de cultivo, sendo: pesagem diária dos vasos para a reposição da necessidade de água, os teores nutricionais da parte aérea, quantidade dos nutrientes acumulados na parte, matéria fresca e seca, e eficiência do uso da água. O delineamento experimental foi blocos casualizados: 3 classes de textura

de solo, 4 porcentagens da capacidade de campo: 60, 80, 100 e 120% da CC (Capacidade de Campo) e 5 repetições, totalizando 60 vasos de 5 L da cor preta. A cultivar Apreciatta, para a reposição de água de 60 a 100% da CC e de 80 a 120% da CC, respectivamente, para solos de classe textural arenosa e argilosa, apresenta maior EUA. Há maior produção de matéria fresca para reposição de 80 a 120% da CC em solos de textura média e de 120% da CC em solo de textura argilosa; em solos arenosos há maior acúmulo de P na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 60 a 80% da CC; a reposição de 60 a 100% da CC, em solo de textura arenosa, de 60 a 80% da CC em solo de textura média e de 60% da CC em solo de textura argilosa proporciona maior acúmulo de K na parte aérea das plantas; o maior acúmulo de Mg na parte aérea ocorre para a reposição de 80 a 100% da CC e para o S de 60 a 100% da CC em solo de textura arenosa; a reposição acima de 100% da CC promove redução do acúmulo de Zn na parte aérea das plantas. Em solos de classe textural arenosa há maior acúmulo de B na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 60% da CC. A cultivar Folha Larga, em solo de classe textural argilosa e reposição a 80% da CC, apresenta maior EUA. Há maior produção de matéria fresca para solos de classe textural arenosa e média com reposição de 60 a 100% da CC e para solos de classe textural argilosa com reposição entre 80 e 100% da CC. Em solos arenosos há maior acúmulo de P na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 80% da CC. As menores reposições de água proporcionam maior acúmulo de Zn na parte aérea, independentemente da classe de textura do solo.

Palavras-chaves: *Eruca sativa*, classes texturais, capacidade de campo, teor de nutrientes, eficiência do uso da água.

WATER USE EFFICIENCY AND NUTRITIONAL PARAMETERS IN CULTURE
ARUGULA SUBMITTED TO DIFFERENT CONDITIONS OF WATER STRESS.

Botucatu, 2015. **p. Thesis (Agronomy / Irrigation and Drainage)

Author: GUSTAVO RICARDO GONÇALVES BECARI

Advisor: MARIA HELENA MORAES

SUMMARY

Proper irrigation management is of great importance for sustainable food production. The arugula plant has been cultivated throughout the year and in several regions of Brazil. To complete its cycle, it uses large amounts of water, a fact that highlights the need for studies related to the water supply to the culture. The objective of this work was to study the culture of the arugula plants in different textures soils: sandy, medium and clayey and different replacements of field capacity. The experiment was carried out at Fazenda Experimental Lageado - FCA/UNESP, at Botucatu-SP, in a green house. This green house is covered with LDPE 150 micra and with side of Clarite 50%. The climate is of the Cfa. Two arugula cultivars were studied, the plants of cv. Apreciatta whose transplant was performed on October 12th/2014 and harvest held on November 18th/2014, and, plants of cv. Folha Larga whose transplant was performed on January 10th/2015 and harvesting on February 21th/ 2015. For the execution of the work were used three soil classes that include three soil texture classes: sandy (Entisol), medium

texture (Oxisol) and clay texture (Oxisol). The evaluations were performed in the two crop cycles, as follows: daily weighing vessel for the replacement of the need for water, the nutritional content of the shoot, as above methodology, amount of accumulated nutrients in part, fresh and dry weight, and efficiency water usage. The experimental design was: 3 classes of soil texture, 4 irrigation levels: 60, 80, 100 and 120% of FCC (Field Capacity) and 5 repetitions, totaling sixty 5 L buckets. The cultivar *Apreciatta*, for the water replacement of 60 to 100% of FC and 80 to 120% of FC, respectively, for textural class sandy, shows higher WUE (water use efficiency). There is increased production of fresh matter under replacement of 80 to 120% of FC in textural class medium and 120% of FC in the textural class clayey; in sandy soils is greater accumulation of P in the shoot as compared to medium and clayey soils, and for the replacement of 60 to 80% FC; replacement 60 to 100% FC in a sandy soil, between 60 to 80% of FC in textural class medium and 60% of FC in clayey soil provides greater accumulation of K in the shoot; the largest Mg accumulation in shoots occurs for the replacement between 80 to 100% FC and the S 60 to 100% FC in sandy soil; replacement above 100% FC reduces of Zn accumulation in the shoots. In textural class sandy there is highest accumulation of B in shoots compared to medium and clayey soils, and for the replacement of 60% FC. Cultivar *Folha Larga*, in textural class clayey and replacement of 80% FC, shows highest WUE. There is increased production of fresh matter in textural class sandy and medium with replacement between 60 to 100% FC and in textural class clayey with replacement between 80 and 100% of FC. In textural class sandy there is highest accumulation of P in the shoot as compared to textural class clayey and medium, and for the replacement of 80% FC. Replacement up to 80% FC increased Zn in shoots, regardless of texture class soils.

Keywords: *Eruca sativa*, textural classes, field capacity, nutrient content, water use efficiency

1 INTRODUÇÃO

A planta de rúcula possui o nome científico de *Eruca sativa*, é pertencente à família *Brassicaceae* e sua parte comercial, as folhas, são consumidas na forma de saladas. Embora sua produção seja melhor sob temperaturas amenas, esta planta tem sido cultivada durante todo o ano, em inúmeras regiões do nosso país.

A irrigação é uma ferramenta importante para a produção de alimentos.

É imperioso o correto manejo de quando e quanto irrigar, para que a produção de alimentos seja sustentável e que os recursos utilizados permaneçam disponíveis às próximas gerações. Existem poucos dados relativos à cultura da rúcula no Brasil. Qualquer cultura, para completar seu ciclo, utiliza enorme quantidade de água, cerca de 98% apenas passam pelo vegetal, fato que evidencia a necessidade de estudos relacionamento com o fornecimento de água para as plantas (REICHARDT; TIMM, 2012). Sala (2004) estima que o consumo de rúcula seja crescente, e que a área cultivada seja de 6000 ha ano⁻¹ e que 85% da produção se concentrem no sudeste brasileiro. Purquerio (2005), Moura et al. (2008), Souza (2014), Oliveira (2014), Souza (2015) comentam que são poucos os trabalhos com a cultura da rúcula.

Muitos fatores interferem na retenção da água no solo, sendo o principal a textura (REICHARDT, 1987). Medina; Grohmann (1966) concluem que os solos argilosos possuem maior disponibilidade de água do que os arenosos.

É importante, lembrar que o excesso de água no solo reduz as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera, o que reduz a respiração e o volume total das raízes, podendo levar a morte de raízes (CRUCIANI, 1989).

Considerando que os solos disponibilizam quantidades diferentes de água para as plantas são formuladas as seguintes hipóteses: a mesma lâmina proporciona respostas diferentes das plantas em diferentes classes de textura, a cultura da rúcula responde diferentemente às diferentes lâminas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a cultura da rúcula em três classes de textura de solos: arenosa, média e argilosa e em três diferentes lâminas de irrigação: 60, 80, 100 e 120% da capacidade de campo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da Rúcula

Durante o período helênico (323 a 146 A.C.), a rúcula foi mencionada muitas vezes, particularmente nos manuscritos Mishna e Talmud, que descrevem a planta, sendo utilizada como tempero, alimento, medicinal, afrodisíaco e em jardins (YANIV et al., 1998).

A planta de rúcula tem como origem a região Mediterrânea, e é muito popular nas regiões de colonização italiana no Brasil (TRANI; PASSOS, 1998).

A rúcula pode designar algumas espécies da família *Brassicaceae* com folhas pungentes, sendo a principal *Eruca sativa*. Estas espécies são conhecidas desde a antiguidade e estão descritas no herbário de *Dioscorides* na Grécia, desde o século I (MORALES; JANICK, 2002). As folhas comestíveis são caracterizadas por uma picância característica, sendo utilizadas em saladas e às vezes cozidas, os egípcios e romanos antigos consideravam as folhas como afrodisíacas (Palada; Crossman, 1999). A rúcula também é conhecida como arugula ou rocket em inglês, roquette em francês e rucola ou rughetta em italiano. A cultura da rúcula tem sido bastante procurada por consumidores que buscam uma alimentação mais saudável, embora não se tenha números exatos sobre área e plantio da cultura. Souza Neta (2013) ressalta que a cultura é plantada, principalmente, por pequenos e médios agricultores, todavia não cita números de área de cultivo.

Quando cultivada em temperatura elevada o pendão floral é emitido mais precocemente, e as folhas se tornam menores e rijas. O início da colheita ocorre aos 40-50 dias após a semeadura, quando esta é realizada de forma direta (FILGUEIRA, 2008). Suas folhas são ricas em vitaminas A e C, potássio, enxofre e ferro, tem efeito anti-inflamatório no intestino e desintoxicante para o organismo humano, é consumida também no sul da Europa, no Egito e Sudão, na Índia, e é cultivada em função da pungência e do conteúdo do óleo presentes em suas sementes (TRANI; PASSOS, 1998). Tassi (2001) afirma que a biodisponibilidade de carotenoides presentes na rúcula não é baixa. Além do fornecimento nutricional para a alimentação humana, Filgueira (2008) cita o sabor picante e odor agradável das suas folhas. Sahab et al. (2014) concluem que o óleo essencial de rúcula possui alta atividade fúngica contra espécies do *Fusarium*. Melakerban et al. (2006) relatam o potencial da cultura da rúcula como cultura armadilha para o manejo do nematoide *Meloidogyne hapla*.

O ciclo médio da cultura da rúcula é de 30 a 40 dias após a semeadura. Em lavouras comerciais, a planta é colhida de uma só vez, retirando-se as plantas inteiras (folhas e raízes), comercializando-as em maços ou dúzias (TRANI et al., 1992). Já Pimpini; Enzo (1996) afirmam que a colheita das folhas se dá entre 20 a 60 dias após a emergência. De acordo com Almeida (1985), citado por Trani et al. (1992), a rúcula produz sementes, produção esta que se inicia após 110 a 130 dias após a semeadura, estendendo-se por volta de 25 dias. A produção é de 3 a 5 g de sementes por planta, sendo que um grama de semente contém de 500 a 600 sementes.

Embora, não existam dados comerciais exatos para a cultura da rúcula, existem alguns dados, segundo o CEAGESP (2013), citado por Matsuzaki (2013), de que a quantidade de rúcula comercializada no ano de 2011 foi de 1.884 toneladas, sendo 157.052 kg como média mensal. De acordo com Trani; Passos (1998), as principais microrregiões produtoras de rúcula no Estado de São Paulo, são: Paranapiacaba, Grande São Paulo, Sorocaba e Campinas.

São poucos os trabalhos com a cultura da rúcula (PURQUERIO, 2005; SOUZA, 2014; OLIVEIRA, 2014; SOUZA, 2015).

Com o objetivo de determinar qual o espaçamento mais eficiente economicamente, Moura et al. (2008) concluíram que os espaçamentos de 0,20m x 0,05m; 0,25m x 0,05m e 0,30m x 0,05m são os mais eficientes.

Purquerio et al. (2007), estudando a influência de doses de nitrogênio na cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, em campo e em cultivo

protegido, encontraram produtividades de 2,27 a 3,30 kg m⁻² no cultivo de outono/inverno e 2,4 a 3,2 kg m⁻², para o cultivo de verão, ambos em cultivo protegido.

Em relação ao cultivo em diferentes solos, um de textura média e outro argilosa, Guerrero et al. (2011), estudando diferentes doses de silício para a cultura da rúcula com a cultivar Cultivada, concluem que o silício não influenciou as características agrônômicas estudadas e que as alterações foram devidas aos tipos de solo.

Cunha et al. (2013a), trabalhando com diferentes cultivares de rúcula e lâminas, em duas épocas, verão (chuvosa) e inverno (seca), em condição de campo, em um solo de textura argilosa, encontraram produtividade máxima de massa fresca de 2,4 e 0,89 kg m⁻², com 125% e 50% da ETc para o inverno e verão, respectivamente, sendo a cultivar Folha Larga de rúcula a mais produtiva e a mais eficiente no uso da água.

Segundo Trani et al. (1992), a rúcula não tolera o encharcamento do solo, as plantas se tornam amarelas e de menor valor comercial, além de exigir operações que permitam a drenagem do excesso de água. Pimpini e Enzo (1996) recomendam de 20 a 30 m³ ha⁻¹ (2 a 3 L m⁻²), e destacam que a cultura é pouco tolerante tanto ao excesso como a falta de água.

Porto et al. (2013), em um estudo com a cultura da rúcula, com doses de potássio, conduzido em vasos do tipo Leonard, feitos com garrafas PET de 2,5L, irrigados por capilaridade e mesma lâmina, encontraram a máxima eficiência de uso da água de 2,31 g L⁻¹.

Keser (2012), estudando o uso de água residuária da cidade de Adiyaman, na Turquia, em um experimento em vasos, concluiu que embora o comprimento da folha seja maior na rúcula irrigada com água residuária, a produtividade quando medida pela matéria seca foi menor quando se utilizou a água residuária, durante 20 dias.

2.2 Potenciais de Água no solo

A água faz parte essencial de todas as formas de vida. Uma parte da água se infiltra, ao atingir a superfície do solo, e outra parte escorre pela superfície, o que é denominado de escoamento superficial. A água que se infiltra no solo é armazenada em seus poros, ficando parte dela disponível para as plantas, caso a capacidade de armazenamento seja ultrapassada, o excesso é transmitido para as camadas mais profundas (REICHARDT, 1987).

O solo é um sistema complexo, formado de materiais sólidos, líquidos e gasosos. A parte sólida é formada pelos constituintes minerais: argila, silte e areia e os materiais orgânicos. Os teores de argila, silte e areia definem a textura do solo. A parte líquida é constituída pela água que contém minerais dissolvidos e materiais orgânicos solúveis, parte que ocupa o espaço vazio entre as partículas sólidas. A parte gasosa ocupa os vazios não ocupados pela água, e essa porção é importante, pois as plantas exigem certa aeração para o seu sistema radicular (REICHARDT, 1987).

A fração argila é a que possui maior superfície específica. Solos com maior teor de argila possuem maior disponibilidade de água. O que realmente importa é o volume de água que a planta terá à disposição em um determinado volume de solo (KLEIN, 2008).

A dinâmica da água no solo é exercida por um somatório de energia (potenciais) que determina a sua retenção e a movimentação. O potencial da água no solo é expresso em unidades de energia por volume de solo, ex: J m^{-3} , e quando se desdobra essas unidades, elas se transformam em unidades de pressão, exemplo: Pascal (Pa) e seus múltiplo KPa, MPa; atm, bar, cm Hg, metros de coluna de água e outras (KLEIN, 2008).

O potencial gravitacional é aquele em que a força gravitacional atua sobre a água no solo, ou seja, tende a puxar a água em direção ao centro da terra. Nos cultivos em vasos, ocorre a ação da pressão atmosférica na parte inferior, formando meniscos (capilares) de água, que podem dificultar a drenagem livre da água, o mesmo volume de solo em um vaso com pequena altura é capaz de reter mais água do que um vaso de mesmo volume, mas de menor altura, já que quanto maior a altura, maior será o efeito gravitacional e, por consequência, a drenagem será maior (KLEIN, 2008).

O potencial de pressão Ψ_p somente existe em condições de solos saturados por água, nesta condição a diferença de Ψ_p entre dois pontos é igual à diferença de pressão do líquido neles atuando.

O potencial osmótico está relacionado com a capacidade de atração e retenção de água dos sais (fertilizantes, por exemplo). Quanto menor a concentração de sais mais fácil a planta absorverá água, o inverso é verdadeiro, exemplo em condições extremas de uma adubação exagerada em um volume reduzido de solo ocorrerá perda de água da planta para o solo, isso é resultado do elevado potencial osmótico proporcionado na solução do solo. A determinação do potencial osmótico é

feita pela determinação da condutividade elétrica, ou seja, quanto maior for a concentração de sais, maior será a condutividade (KLEIN, 2008).

De acordo com Reichardt (1987), o potencial mátrico (ou matricial) se refere aos estados de energia da água e da interação com as partículas sólidas do solo. Esta interação se relaciona com fenômenos de capilaridade e adsorção. Esses fenômenos dependem, principalmente, do arranjo poroso, distribuição dos poros, tensão superficial da água, afinidade entre a água e as superfícies sólidas, superfície específica do solo, conforme mencionado a argila possui maior superfície específica do que a areia e o silte, e da qualidade das partículas sólidas, especialmente o tipo de argila. O potencial matricial (Ψ_m) condiciona a umidade do solo (Θ), e a relação entre Ψ_m e Θ é uma característica física do solo, relação que recebe o nome de curva característica da água no solo ou curva de retenção. O Ψ_m é medido por equipamentos, como: tensiômetros, funis de placa porosa, câmara de pressão de Richards.

Quando os potenciais gravitacionais e mátrico entram em equilíbrio, inexistente a drenagem ou é desprezível, ou seja, a matriz do solo retém a água de tal forma que a força gravitacional não é capaz de conduzir a água camadas mais profundas, o que, faz com que a água esteja disponível para a planta. No solo, essa condição é chamada de “capacidade de campo” e em vasos capacidade de vaso (CV). A “capacidade de vaso” é obtida saturando-se o substrato ou solo e deixando-se drenar o excesso por 24h. Em se tratando do manejo da irrigação, a CV é o ponto a partir do qual ocorrerá a percolação de água (KLEIN, 2008). Em termos práticos, a capacidade de campo ocorre ao final de uma chuva ou irrigação intensa e o potencial gravitacional não atua mais sobre a água do solo (KLAR, 1984).

O conceito de capacidade de água disponível (CAD) é indispensável para o manejo da água em irrigação, capacidade que está entre os limites superior capacidade de campo ou vaso e o limite inferior ponto de murcha permanente (PMP) (Klein, 2008).

O limite inferior de umidade, no qual a reserva de água do solo se esgotou, é denominado de ponto de murcha permanente (REICHARDT, 1987). De acordo com Hillel (1980) citado por Klein (2008), o PMP é uma grandeza física de um solo estimada pelo teor de água retida no Ψ_m próxima de -1,5MPa. Segundo Klar (1984), ponto de murcha permanente é o teor máximo de água do solo em que as plantas se tornam murchas, não se recuperando mesmo que o ar do ambiente esteja saturado de vapor d'água, exceto que se adicione água ao solo.

2.2.1 Estresse hídrico

O estresse hídrico ocorre tanto com déficit hídrico como no excesso, quando ocorre alguma limitação à drenagem da água ou a aplicação excessiva de água de irrigação.

Quando as plantas se encontram em condições de déficit de água, as células-guarda, localizadas nos estômatos, ficam menos túrgidas e a abertura estomática diminui, até fechar completamente, a absorção de CO₂ é comprometida, tendo como consequência reduções na fotossíntese, tem-se também a redução da produção de novas folhas, e abscisão foliar. Desta forma, os processos fisiológicos são comprometidos o que acarreta em perdas na produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2009). Alguns dos efeitos, observados em plantas sob déficit hídrico, são: redução da expansão celular e/ou foliar, redução das atividades celulares e metabólicas, fechamento estomático, inibição da atividade fotossintética, queda foliar, alteração na partição do carbono, desestabilização de membranas e de proteínas e, por fim a morte celular (TAIZ; ZEIGER, 2013). Para os autores, um efeito da desidratação celular seria que os íons se tornam mais concentrados e podem se tornar tóxicos para o ambiente celular.

Em termos enzimáticos, Salisbury; Cross (2012) relatam a indicação de que em muitos estudos as atividades das enzimas são diminuídas, como a da nitrato redutase e da fenilalanina amônia liase, enquanto que a de outras como a α -amilase e a ribonuclease, têm sua atividade aumentada conforme o déficit hídrico vai se tornando pronunciado, o que reforça o desarranjo fisiológico do déficit hídrico.

Já em termos nutricionais, Silva et al (2011), em trabalho de revisão citando diversos autores, relatam que o conteúdo foliar de Mg e S foi aumentado em *Quercus ilex* quando em estresse hídrico (seca), o conteúdo de Ca foi reduzido, o conteúdo de N, P e K também foi reduzido, quando em estresse hídrico (seca) em arroz, soja e em oliveira, respectivamente. Ainda segundo esse trabalho de revisão, citando diversos autores, o transporte de nutrientes das raízes para a parte aérea é limitado, devido à queda da taxa de transpiração, ocorre desbalanceamento na atividade e permeabilidade da membrana, o que reduz o poder de absorção das raízes, e a seca que também diminui a disponibilidade de nutrientes no solo.

Para que não ocorram tais perdas, tanto fisiológicas quanto de produtividade, é utilizada a irrigação.

Quando ocorre o inverso, ou seja, o excesso de água, também se observam perdas, uma vez que o desenvolvimento vegetal também é prejudicado.

De acordo com Taiz; Zeiger, (2013), as plantas quando expostas à inundação, exibem os seguintes efeitos: redução da respiração, metabolismo fermentativo, produção inadequada de ATP, produção de ERO (espécies reativas de oxigênio), fechamento estomático e, também, ocorrência de produção de toxinas por microrganismos anaeróbicos.

Beltrão et al (2006), estudando os efeitos do estresse hídrico na cultivar BRS149 Nordestina de mamona, encontraram aumento do teor de amido nas folhas e redução do amido nas raízes, em comparação a plantas sem estresse e, também, necrose no caule, enquanto as plantas sem estresse apresentaram ausência de necrose.

Quando o solo disponibiliza pouco conteúdo de água afeta também a temperatura foliar da planta, o que poderá prejudicar o crescimento vegetal (MAGGIOTTO, 1996).

De uma maneira geral, para a horticultura, a deficiência hídrica é o fator mais limitante para a alta produtividade com produtos de boa qualidade, como também é prejudicial o excesso (SILVA; MAROUELLI, 1998).

Paz et al (2000), em um trabalho de revisão, citam que a eficiência de irrigação em nível mundial seja de 37%, prática que provoca o arrasto de sais, defensivos e elementos tóxicos para os cursos d'água.

Crisosto et al (1994), trabalhando com a cultura da pera, concluem que o tratamento de 120% da ET, proporcionou frutos mais sensíveis a perda de água o que reduz o seu tempo de prateleira.

Nunes et al (2014 a b), trabalhando em um Latossolo Vermelho, sem citar a textura, com cinco disponibilidades hídricas no solo: 25, 50, 75, 100 e 125% da capacidade de retenção da água no solo, encontraram que o desenvolvimento, índice de clorofila, número de folhas, matéria fresca e seca, assim como o teor de água das plantas de rúcula, foram alterados de acordo com a disponibilidade de água para a cultura.

2.3 Lâminas de Irrigação e produtividade

A água é um dos principais recursos que podem limitar a produtividade das culturas, como consequência, tem-se a necessidade da realização de um manejo adequado para atender às necessidades hídricas das plantas com eficiência.

O termo irrigação designa a aplicação de água ao solo no qual a cultura se desenvolve, com o objetivo de garantir a produtividade. Para que se atendam

as necessidades das plantas e também o retorno econômico da atividade é imperioso o manejo adequado da irrigação.

De acordo com Gomes; Testezlaf (2004), o manejo de irrigação possui como escopo: fornecer a quantidade de água para uma cultura na medida certa, sem excesso muito menos déficit, o que possibilita que se alcance o sucesso na produção, e a preservação dos recursos naturais.

Segundo os resultados obtidos por Silva et al. (2011), Bregonci et al. (2008), Andrade Júnior; Klar (1997), Ludwig et al. (2013), Pravuschi et al. (2010) as culturas respondem de maneiras diferentes a lâminas de irrigação aplicadas.

Silva et al. (2011), estudando a cultura do girassol, em Neossolo Flúvico, de textura franco arenosa, em diferentes lâminas: 25, 50,75, 100, 125 e 150% da evaporação do tanque Classe A, encontraram maior produtividade de grãos e de óleo na maior lâmina de irrigação.

Hamada; Testezlaf (1995), avaliando a cultura de alface em um Latossolo Vermelho de textura argilosa, encontraram a maior produtividade com a reposição de 120% da evaporação do tanque Classe A e a maior eficiência do uso da água com 60% de reposição.

Coelho et al. (2006), avaliando dois cultivares de bananeira, no terceiro ciclo da cultura, em um Latossolo de textura argilosa a moderada, em diferentes lâminas: 0; 50%; 75%; 100% e 120% da ETc, observaram que a reposição de 100% da ETc é a mais adequada.

Em um Argissolo Vermelho eutrófico, de textura média, Martins et al. (2006), estudando diferentes lâminas no desenvolvimento inicial de café conilon, encontraram maiores valores de massa fresca e seca de raiz e parte aérea, e também área foliar, com lâminas de reposição de 80 e 100% de evaporação do tanque classe A.

Moreira et al. (2009), estudando os efeitos de diferentes lâminas de irrigação na produtividade da mamoneira em um Argissolo Vermelho amarelo, de textura arenosa, estimaram que a reposição de 105,5% da evaporação do tanque Classe A proporcionou a maior produtividade.

Entretanto, existem outros trabalhos que afirmam não ser necessária a reposição de 100% da água, para outras culturas, mas não para a da rúcula. Andrade Júnior; Klar (1997) concluíram que a lâmina de 75% da Evaporação do Tanque Classe A proporcionou os melhores resultados para a cultura da alface, a céu aberto, em um Nitossolo “intergrade” para Latossolo Vermelho, textura média/argilosa,

sendo os tratamentos 25, 50, 75 e 100% da evaporação do tanque Classe A. Pravuschi et al. (2010), estudando diferentes lâminas de irrigação baseadas na evaporação do tanque Classe A, em um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, de textura arenosa/média, na cultura do manjeriço, com 0%, 50%, 75%, 100% e 150% da ECA (evaporação do tanque Classe A), concluíram que a reposição de 100% foi superior aos outros tratamentos, com maior receita e produtividade, apesar da concentração do óleo essencial não diferir entre os tratamentos.

São poucos os trabalhos que relacionam as lâminas de irrigação e as classes texturais do solo.

2.4 Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água é obtida pela relação entre a produção comercial ou produção de biomassa de uma cultura e a quantidade total de água utilizada ou evapotranspirada (STONE, 2005).

Farias et al. (2008), em um estudo de uso eficiente da água, com tratamento sequeiro e lâminas de 25%, 50%, 75% e 100% da ETc e adubação com zinco (0; 1; 2; 3; 4 kg ha⁻¹) na cultura da cana-de-açúcar, variedade SP79-1011, encontraram que a cana irrigada, irrigada mais a precipitação, foi mais eficiente do que a de sequeiro, (somente precipitação). Quando compararam os tratamentos de 100% e 50% da ETc não observaram diferenças entre os tratamentos quanto a produtividade agrícola, e em termos nutricionais, verificaram que quanto maior a lâmina total maior também a resposta da cultura ao zinco.

Vivian et al (2013), em um estudo de plantas daninhas, com a cultura da soja e estresse hídrico, concluem que a cultura da soja, quando cultivada sem restrição hídrica, possui maior quantidade de matéria seca, todavia, em condições restritivas, a matéria seca da cultura foi reduzida, diminuindo a área foliar e, também, a eficiência do uso da água.

Para um estudo com diferentes lâminas (80, 90, 100, 110 e 120% da ETc) e duas doses de potássio (80 e 120 kg ha⁻¹), com a cultura do pimentão, Albuquerque et al (2012) concluem que para a menor dose de fertilizante a máxima eficiência do uso da água ocorre quando se aplica 97% da ETC, e para a maior dose de fertilizante, a máxima eficiência ocorre com 92% da ETc.

Medrano et al. (2015), em um trabalho de revisão, comentam algumas práticas agrônômicas que podem aumentar a eficiência do uso da água para vinhedos em regiões semiáridas: uso de cobertura no solo, culturas de cobertura e

manejo do dossel. Os autores comentam, também, que não há relatos que a eficiência do uso da água seja critério de seleção para cultivares, embora existam cultivares mais adaptadas para condições de sequeiro, e que seriam mais eficientes no uso da água. Portanto, o critério do uso da água e sua eficiência, ainda segundo esses autores, seria importante para maior sustentabilidade da cultura, bem como a realização de outros estudos no campo da eficiência do uso da água.

Porto et al. (2013), em um estudo de adubação potássica, em vasos, com doses de 0 a 250 mg dm⁻³ de solo, com a cultura da rúcula, encontraram maior eficiência no uso da água na dose de 200 mg dm⁻³. Os mesmos autores, afirmam a que faltam de estudos de eficiência do uso da água para a cultura da rúcula.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, em Botucatu-SP, em ambiente protegido com dimensões de 7,0m e 28,0m (196 m²). O ambiente é coberto com PEBD de 150 micra e com laterais de clarite 50%. A localização geográfica dessa área está definida pelas seguintes coordenadas: latitude 22°50'48''S, longitude 48°26'06'' W e altitude de 817,74 m (DSRA, 2014).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa: clima temperado quente úmido com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.501,4 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

4 CAPÍTULO 1 – EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PARÂMETROS NUTRICIONAIS DA CULTURA DA RÚCULA CV. APRECIATTA SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO.

4.1 RESUMO –

O correto manejo da irrigação é de grande importância para que a produção de alimentos seja sustentável. A rúcula tem sido cultivada durante todo o ano, em inúmeras regiões do nosso país. Para completar seu ciclo, utiliza grande quantidade de água, fato que evidencia a necessidade de estudos relacionados com o fornecimento de água para a cultura. O objetivo deste trabalho foi estudar a cultura da rúcula em diferentes classes de textura de solo e diferentes porcentagens da capacidade de campo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, em Botucatu-SP, em ambiente protegido, coberto com PEBD (Poli Etileno de Baixa Densidade) de 150 micra e com laterais de clarite 50%. O clima da região é do tipo Cfa. A cv. estudada foi a Apresiasi cujo transplante foi realizado em 12 de outubro de 2014 e colhidas em 18 de novembro de 2014. Para a execução do trabalho foram utilizadas três classes de solos que contemplam três classes de textura de solo: arenosa (Neossolo Quartzarênico aluminoso - RQa), média (Latosolo Vermelho distrófico - LVd) e argilosa (Latosolo Vermelho distroférico - LVdf). As avaliações foram realizadas nos dois ciclos de cultivo, sendo: pesagem diária dos vasos para a reposição da necessidade de água, os teores nutricionais da parte aérea, quantidade dos nutrientes acumulados na parte,

matéria fresca e seca, e eficiência do uso da água. O delineamento experimental foi blocos casualizados: 3 classes de textura de solo, 4 porcentagens da capacidade de campo: 60, 80, 100 e 120% da CC (Capacidade de Campo) e 5 repetições, totalizando 60 vasos de 5 L da cor preta. A cultivar *Apreciatta*, para a reposição de água de 60 a 100% da CC e de 80 a 120% da CC, respectivamente, para solos de classe textural arenosa e argilosa, apresenta maior EUA. Há maior produção de matéria fresca para reposição de 80 a 120% da CC em solos de textura média e de 120% da CC em solo de textura argilosa; em solos arenosos há maior acúmulo de P na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 60 a 80% da CC; a reposição de 60 a 100% da CC, em solo de textura arenosa, de 60 a 80% da CC em solo de textura média e de 60% da CC em solo de textura argilosa proporciona maior acúmulo de K na parte aérea das plantas; o maior acúmulo de Mg na parte aérea ocorre para a reposição de 80 a 100% da CC e para o S de 60 a 100% da CC em solo de textura arenosa; a reposição acima de 100% da CC promove redução do acúmulo de Zn na parte aérea das plantas. Em solos de classe textural arenosa há maior acúmulo de B na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 60% da CC.

Palavras-chave: *Eruca sativa*, classes texturais, capacidade de campo, teor de nutrientes, eficiência do uso da água.

WATER USE EFFICIENCY AND NUTRITIONAL PARAMETERS OF ARUGULA CROP (APRECIATTA) UNDER DIFFERENTS HIDRIC STRESS

4.2 ABSTRACT –

Proper irrigation management is of great importance for sustainable food production. The arugula plant has been cultivated throughout the year and in several regions of Brazil. To complete its cycle, it uses large amounts of water, a fact that highlights the need for studies related to the water supply to the culture. The objective of this work was to study the culture of the arugula plants in different textures soils: sandy, medium and clayey and different replacements of field capacity. The experiment was carried out at Fazenda Experimental Lageado - FCA/UNESP, at Botucatu-SP, in a green house. This green house is covered with LDPE 150 micra and with side of Clarite 50%. The climate is of the Cfa. The plants of cv. Apreciatta whose transplant was performed on October 12th/2014 and harvest held on November 18th/2014. For the execution of the work were used three soil classes that include three soil texture classes: sandy (Entisol), medium texture (Oxisol) and clay texture (Oxisol). The evaluations were performed in the two crop cycles, as follows: daily weighing vessel for the replacement of the need for water, the nutritional content of the shoot, as above methodology, amount of accumulated nutrients in part, fresh and dry weight, and efficiency water usage. The experimental design was: 3 classes of soil texture, 4 irrigation levels: 60, 80, 100 and 120% of FCC (Field Capacity) and 5 repetitions, totaling sixty 5 L buckets. The cultivar Apreciatta, for the water replacement of 60 to 100% of FC and 80 to 120% of FC, respectively, for textural class sandy, shows higher WUE (water use efficiency). There is increased production of fresh matter under replacement of 80 to 120% of FC in textural class medium and 120% of FC in the textural class clayey; in sandy soils is greater accumulation of P in the shoot as compared to medium and clayey soils, and for the replacement of 60 to 80% FC; replacement 60 to 100% FC in a sandy soil, between 60 to 80% of FC in textural class medium and 60% of FC in clayey soil provides greater accumulation of K in the shoot; the largest Mg accumulation in shoots occurs for the replacement between 80 to 100% FC and the S 60 to 100% FC in sandy soil; replacement above 100% FC reduces of Zn accumulation in the shoots. In textural class sandy there is highest accumulation of B in shoots compared to medium and clayey soils, and for the replacement of 60% FC.

Key words: *Eruca sativa*, textural classes, field capacity, nutrient content, water use efficiency

4.3 INTRODUÇÃO

A cultura da rúcula tem sido cada vez mais procurada, pelos consumidores, de acordo com a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP) citada por Purquerio (2005). Do ano de 1997 para 2003 houve um acréscimo de 78% na quantidade de rúcula comercializada. Suas folhas comestíveis são caracterizadas por uma picância característica, são utilizadas em saladas e às vezes cozidas, e eram consideradas pelos egípcios e romanos antigos como afrodisíacas (PALADA; CROSSMAN, 1999). A rúcula também é conhecida como arugula ou rocket em inglês, roquette em francês e rucola ou rughetta em italiano. A cultura da rúcula tem sido bastante procurada por consumidores que buscam uma alimentação mais saudável, embora não se tenha números exatos sobre área e plantio da cultura. Souza Neta (2013) ressalta que a cultura é plantada, principalmente por pequenos e médios agricultores, todavia não cita área de produção. O início da colheita ocorre aos 40-50 dias após a semeadura, quando esta é realizada de forma direta (Filgueira, 2008). Suas folhas são ricas em vitaminas A e C, potássio, enxofre e ferro, tem efeito anti-inflamatório no intestino e desintoxicante para o organismo humano. É consumida, também no sul da Europa, no Egito e Sudão, na Índia, e é cultivada em função da pungência e do conteúdo do óleo presente em suas sementes (Trani; Passos, 1998). Tassi (2001) afirma que a biodisponibilidade de carotenoides presentes na rúcula não é baixa. Além do fornecimento nutricional para a alimentação humana, Filgueira (2008), também, cita o sabor picante e odor agradável das suas folhas. Sala et al. (2004) estimam que sejam cultivados 6000 ha ano⁻¹ com a cultura e 85% da produção estejam na região sudeste do Brasil. Segundo a CEAGESP (2013), citado por Matsuzaki (2013), a quantidade de rúcula comercializada no ano de 2011 foi de 1.884 toneladas, sendo 157.052 kg como média mensal. São poucos os trabalhos com a cultura da rúcula (PURQUERIO, 2005; MOURA et al., 2008; SOUZA, 2014; OLIVEIRA, 2014; SOUZA, 2015).

A cultura da rúcula não tolera encharcamentos de solo, as plantas se tornam amarelas e de menor valor comercial, além de exigir operações que permitam a drenagem do excesso de água. (TRANI et al., 1992). Pimpini e Enzo (1996) recomendam de 20 a 30 m³/ha (2 a 3L m⁻²), relatando também que a cultura é pouco tolerante tanto ao excesso como a falta de água. Purquerio (2005), Moura et al. (2008), Souza (2014), Oliveira (2014), Souza (2015) afirmam que os trabalhos com a cultura da rúcula são poucos. O objetivo deste trabalho foi estudar a cultura da rúcula, cultivar

Apresiasi em três texturas de solos: arenosa, média e argilosa e em três diferentes lâminas de irrigação: 60, 80, 100 e 120% da Capacidade de Campo.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, em Botucatu-SP, em ambiente protegido com dimensões de 7,0m e 28,0m (196 m²). Este ambiente é coberto com PEBD de 150 micra e com laterais de clarite 50%.

A localização geográfica dessa área está definida pelas seguintes coordenadas: latitude 22°50'48''S, longitude 48°26'06'' W e altitude de 817,74 m (DSRA, 2014).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa: clima temperado quente úmido com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.501,4 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

No experimento foi utilizada a cultivar Apresiasi sendo o transplante realizado em 12 de outubro de 2014 e colheita realizada em 18 de novembro de 2014. Em todos os vasos foram transplantadas três células da bandeja que continham as mudas de rúcula, da maneira, como são comercializadas as mudas de rúcula. A cultivar Apresiasi possui as seguintes características, de 40 a 50 dias para ser colhida, folhas largas, de formato serrilhado, as folhas de cor verde escura, é uma planta vigorosa, produtiva e com excelente sabor (SEMENTES FELTRIN, 2015).

Os dados de temperatura máxima e mínima, assim como da umidade relativa máxima e mínima se encontram nas figuras abaixo, sendo a temperatura máxima média do período igual a 42,8°C, a temperatura mínima média, 17,4°C, a média da umidade relativa do ar máxima, 80% e a média da umidade relativa mínima, 18%. A maior temperatura registrada foi 49,8°C, a maior umidade relativa do ar, 94%, a menor temperatura 12,1°C e o menor valor para umidade relativa do ar, 10% (Figuras 1 e 2).

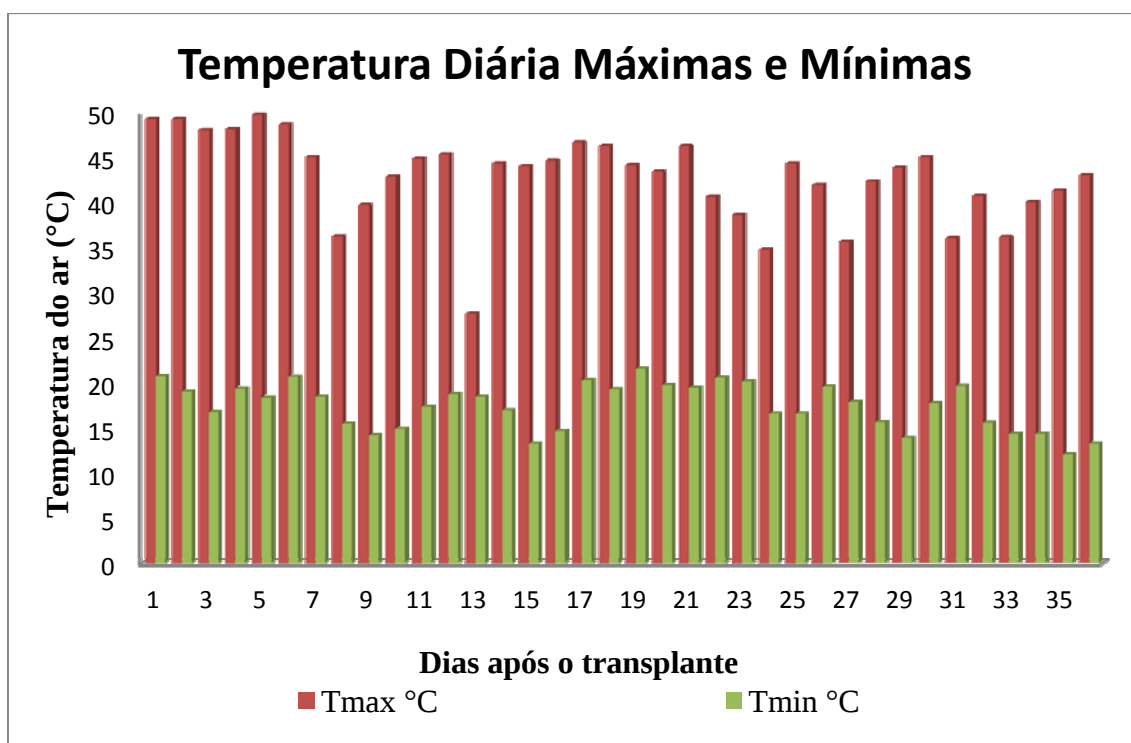


Figura 1 - Temperatura máxima e mínima (°C) ocorridas durante o experimento.

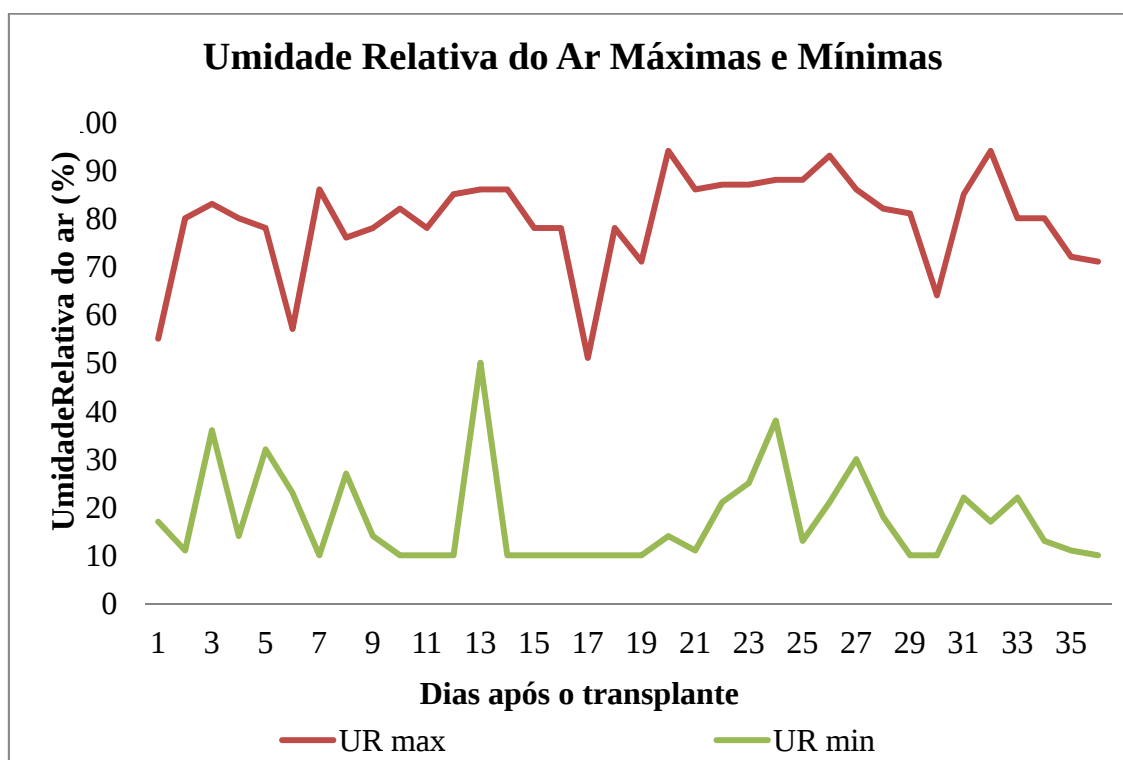


Figura 2 – Umidade relativa do ar, máxima e mínima, ocorridas durante o experimento.

A diferenciação da reposição de água ocorreu 17 dias após o transplante. A reposição de água foi baseada nas porcentagens da capacidade de campo de cada vaso, ou seja: 60, 80, 100 e 120% da CC (Capacidade de Campo). A capacidade

de campo foi determinada após o preenchimento de solo seco dos, com a saturação de água dos vasos, e posterior drenagem dos mesmos. Ao término da drenagem houve a determinação da massa total (vaso + solo). A frequência de irrigação, com a devida reposição de água foi diária. Foi utilizado o método das pesagens, em cada vaso.

Para a execução do trabalho foram utilizados três tipos de solos que contemplam três classes de textura de solo: arenosa (Neossolo Quartzarênico aluminico), média (Latosolo Vermelho-amarelo) e argilosa (Latosolo Vermelho distrófico), conforme consta das tabelas 1 e 2. Para a determinação dos teores de areia, argila, silte, das densidades de partículas e do solo (tabela 1) e para os dados de retenção de água (tabela 2) abaixo relacionados, foram utilizadas três amostras, portanto, os valores abaixo são a média destas. Os vasos foram preenchidos com 5,1 kg de solo de textura arenosa, 4,9 kg de solo de textura média e, 4,7 kg de solo de textura argilosa.

Tabela 1 – Caracterização da granulometria, classe de textura e densidade do solo e das partículas dos solos Neossolo Quartzarênico aluminico, Latossolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho distrófico.

distritos e Latossolo Vermelho distroférrico:							
Solo	Areia		Total	Argila	Silte	Dp	Ds
	Grossa	Fina					
	----- g kg ⁻¹ -----						
RQa	252	689	941	58	2	2,58	1,54
LVd	259	257	516	313	56	2,76	1,22
LVdf	161	372	533	443	139	2,60	1,31

Dp: densidade das partículas; Ds: densidade do solo. RQa: Neossolo Quartzarênico aluminico; LVd: Latossolo Vermelho distrófico; LVdf: Latossolo Vermelho distrófico.

Tabela 2 – Caracterização da retenção de água dos solos Neossolo Quartzarênico aluminico, Latossolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho distrófico.

Solo	Água Retida (dm ³ dm ⁻³)							
	Tensão (MPa)							
	Saturado	0,003	0,006	0,01	0,03	0,1	0,5	1,5
RQa	0,32	0,27	0,24	0,14	0,13	0,06	0,05	0,04
LVd	0,41	0,35	0,32	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14
LVdf	0,42	0,38	0,37	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27

RQa: Neossolo Quartzarênico aluminico; LVd: Latossolo Vermelho distrófico; LVdf: Latossolo Vermelho distrófico.

* VILLAS BOAS, R.L. (Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Comunicação pessoal, 2014.

Tabela 3 – Soma da reposição de água, expressa em L vaso⁻¹, em função da textura do solo e da capacidade de retenção de água pelo solo.

CT \ Água Aplicada	60%	80%	100%	120%
Arenosa	6,8	7,1	7,8	10,1
Média	7,4	8,5	9,4	12,0
Argilosa	8,1	9,9	10,5	13,4

Água Aplicada: Água aplicada relativa à porcentagem da capacidade de retenção de água pelo solo; CT: classe textural.

Com relação à adubação, para a correção dos teores de K, foi aplicado na forma de KCl para se elevar os teores de K no solo para 3 mmol de K dm⁻³. Para o P, aplicou-se 50% na forma de superfosfato simples e 50% na forma de Yoorin Master 1 Si, 200 mg de P dm⁻³, recomendações de Villas Boas*. Os teores do fertilizante Yoorin Master 1 Si, são 16,0% de P₂O₅, em ácido cítrico, Ca: 18%, Mg: 7%, B: 0,10%, Cu: 0,05%, Mn: 0,30%, Si:10% e Zn: 0,55%. A adubação nitrogenada consistiu na aplicação de nitrato de cálcio, o que totalizou 450 mg de N vaso⁻¹. Para garantir um bom desenvolvimento da cultura, elevou-se a saturação por bases (V%) para 80%, valor recomendado por Trani et al. (1997). A aplicação de P e Ca foi realizada 30 dias antes do transplante das mudas do primeiro experimento. Na tabela 4 pode-se observar os dados da caracterização química dos solos utilizados para fins de fertilidade e adubação.

As análises químicas dos solos foram efetuadas de acordo com a metodologia de Raij et al (2001), e as de plantas, de acordo com Malavolta et al. (1997). As caracterizações físicas dos solos foram feitas de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997).

Tabela 4 – Caracterização química dos solos para fins de fertilidade

CT	pH CaCl ₂	M.O.	P resina	Al ³⁺	H + Al	K	Ca	Mg	SB	C T C	V
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³								%
Arenosa	4,2	12	5	15	53	1,4	10	3	15	68	21
Média	4,0	12	4	10	64	0,5	13	3	16	80	21
Argilosa	3,8	21	3	17	89	0,7	9	3	13	102	13

Continuação da tabela 4.

CT	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg dm ⁻³						
Arenosa	6	0,28	0,3	61	1,8	0,1
Média	11	0,25	0,6	34	0,4	0,1
Argilosa	11	0,30	4,9	22	33,3	0,3

4.4.2 Variáveis Analisadas

As avaliações realizadas consistiram de pesagem diária dos vasos para a reposição da necessidade de água, determinação dos teores nutricionais da parte aérea, dos nutrientes acumulados na parte aérea, da matéria fresca e seca da parte aérea, e eficiência do uso da água.

A quantificação da quantidade dos nutrientes acumulados na parte aérea foi obtida pela multiplicação do teor do nutriente na parte aérea e a quantidade de massa seca de cada vaso, sendo os resultados expressos em g kg⁻¹ para os macronutrientes e mg kg⁻¹ para os micronutrientes. A determinação da massa fresca foi realizada logo em seguida do corte da parte aérea, ou seja, no momento da colheita, expressos em g vaso⁻¹. A determinação da massa seca foi feita após o material vegetal permanecer 48 h em estufa, também expressos em g vaso⁻¹.

A eficiência do uso da água foi calculada a partir da divisão do total de massa fresca pela soma de reposição da água de cada vaso, sendo os resultados expressos em g L⁻¹.

4.4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, na forma de 3 x 4 x 5, ou seja: 3 classes de textura de solo, 4 porcentagens da capacidade de campo (CC): 60, 80, 100 e 120% e 5 repetições, totalizando 60 vasos da cor preta de 5 L.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises estatísticas e de regressão, utilizando-se o programa MINITAB®, e os gráficos plotados com auxílio do programa computacional Origin. Quando existiram diferenças significativas pelo teste F, (p<0,05) aplicou-se o teste Tukey de comparação de médias, a 5% de probabilidade. Quando houve a necessidade efetuou-se a análise de regressão.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Teores nutricionais da parte aérea

Para a absorção dos nutrientes do solo, as plantas necessitam de água, que é veículo obrigatório para a absorção, uma vez que não há absorção a seco (MALAVOLTA, 2006).

Na literatura consultada não se encontrou uma faixa que caracterize os teores nutricionais, fato relatado também por Purquerio (2005) e por Barros Junior (2008).

Os teores nutricionais dos teores foliares macronutrientes, em g kg^{-1} , em função da classe textural e da % CC e o desdobramento da interação são apresentados nas tabelas 5 e 6, respectivamente. Os valores médios dos teores foliares de micronutrientes, em mg kg^{-1} , em função da classe textural e da %CC e o desdobramento da interação constam das tabelas 7 e 8, respectivamente.

Pode-se notar que houve interação entre os fatores estudados para os teores foliares, dos seguintes macronutrientes: N, P e Mg.

No tocante às três diferentes classes texturais, nota-se que não houve diferença para os teores de K na parte aérea, e, que ocorreram semelhanças com o comportamento do Ca e S, sendo os maiores valores observados na classe textural arenosa, e os menores e iguais nas classes texturais média e argilosa, provavelmente em função da diluição (Malavolta et al., 1997). Segundo Raij (2011), dois aspectos, em especial, determinam a disponibilidade de K nos solos: o efeito do teor de água no solo e a relação de K com os elementos Ca e Mg, o que concorda com o ocorrido no experimento, uma vez que as diferentes porcentagens da CC resultaram em diferentes teores de K na parte aérea e a classe textural nada influenciou neste parâmetro (tabela 5). O Ca é necessário no próprio ambiente de absorção de água, ou seja, as raízes, uma vez que as plantas não translocam o nutriente, do floema até as raízes. Os resultados dos teores de Ca na parte aérea, também, são apresentados na tabela 5. As maiores lâminas proporcionaram maiores teores de Ca na parte aérea e o solo de textura arenosa permitiu que os teores desse nutriente presente na parte aérea fossem maiores do que os de textura mais argilosa. Malavolta (1981) afirma que um solo arenoso exige menor quantidade de corretivo, calcário, por exemplo, do que um argiloso para a correção de sua acidez, devido ao poder tampão das argilas. Ainda segundo o autor, o uso de 1 tonelada de nitrato de cálcio equivale ao uso de 181 kg de carbonato de cálcio, ou seja,

o uso do fertilizante em cobertura utilizado no presente experimento, elevou o pH do solo, o que disponibiliza mais Ca às plantas. Pode-se inferir que devido ao uso desse fertilizante, ocorreu uma elevação do pH do solo maior no solo de textura arenosa do que naqueles com maior teor de argila, disponibilizando mais Ca, o que pode ter aumentado o teor de cálcio na parte aérea em solo de textura arenosa. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos encontrou teores de Ca na parte aérea, valor de 26 g kg^{-1} , em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valor este maior do que os encontrados no presente trabalho (tabela 5), comparando-se os teores do solo arenoso, todavia, os solos de textura mais argilosa observa-se que os valores de Purquerio (2005) são mais elevados. Já Cavarianni et al. (2008), em solução nutritiva, encontraram valores de teor foliar de Ca entre $22,3$ a $31,4 \text{ g kg}^{-1}$, valores semelhantes aos observados para o solo de textura arenosa e maiores quando se analisa os valores dos solos mais argilosos. Entretanto, Trani et al. (2014), com valores oriundos da Nova Zelândia, encontraram valores de 20 a 40 g kg^{-1} , estando os valores obtidos no presente trabalho próximos ao limite inferior do autor supracitado. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de S na parte aérea de $4,5$ a $5,1 \text{ g kg}^{-1}$, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores menores do que os encontrados no presente trabalho (Tabela 5). O S é absorvido sob a forma de SO_4^{2-} , o qual pode ser lixiviado facilmente (Raij, 1991). Os dados relativos a esse nutriente independente à classe de textura do solo não diferiram em relação à quantidade de água aplicada. Entretanto, os valores entre solos foram diferentes significativamente. Os maiores valores foram alcançados em solos arenosos, já os solos com maior teor de argila não se diferiram entre si. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de S na parte aérea de $4,5$ a $5,1 \text{ g kg}^{-1}$, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores menores do que os encontrados no presente trabalho (Tabela 5). Já Cavarianni et al. (2008), em um trabalho com rúcula, com 3 níveis de nitrogênio em solução nutritiva e 3 cultivares, encontraram valores de teor de S foliar entre $2,9$ a $3,6 \text{ g kg}^{-1}$, valores menores do que os encontrados no presente trabalho e menores também do que os relatados por Purquerio (2005). Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram valores de S em tecidos foliares de 4 a 9 g kg^{-1} , sendo os valores encontrados no presente trabalho próximos dessa faixa.

Nota-se que houve interação entre os fatores de variação para os teores de N foliar. O N qualquer que seja a fonte, quando aplicado ao solo é

rapidamente convertido em nitrato (NO_3^-), íon este sujeito à lixiviação, que pode ser influenciada pelo tipo de cultura, pH, textura e outras propriedades do solo (Reichardt; Timm, 2004). Os resultados encontrados neste trabalho concordam com os dados de Sangoi et al., (2003), que solos ricos em argila lixiviam menos N do que solos arenosos, além disso, solos argilosos possuem maior capacidade de armazenamento de água, o que permite inferir que a menor perda de N possibilitou às plantas que pudessem absorver mais N, resultando em maiores teores do nutriente na parte aérea. Cameron et al. (2013) em um trabalho de revisão, afirmam que devido à fraca estrutura dos solos arenosos ocorrem maiores perdas de NO_3^- , quando comparados com os argilosos, que apresentam movimento da água mais lento e maior potencial de desnitrificação. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de N na parte aérea de 43 a 45 g kg^{-1} , em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores estes maiores do que os encontrados no presente trabalho. Já Barros Junior (2008), estudando doses de N encontrou valores de 31,79 g kg^{-1} sem adubação e 48,11 g kg^{-1} com a dose máxima de N. Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, relatam valores foliares de N na faixa de 40 a 50 g kg^{-1} , teores acima dos encontrados neste trabalho. Um dos motivos para que os valores encontrados no presente estejam abaixo dos observados pelos autores, pode ter sido a ausência de adubação orgânica. A matéria orgânica que é capaz de aumentar a retenção de água no solo (Severino et al., 2006) não foi adicionada para que não ocorressem perturbações e erros nos tratamentos. Entretanto, a matéria orgânica também pode ser fonte de nutrientes. Os resultados concordam com os dados relatados, encontrando-se diferenças entre as classes texturais.

Em relação ao P, Thomazi et al. (1990) concluem que quanto maior os teores de argila maior é a capacidade de fixação do nutriente P em um solo. Embora essa capacidade seja interessante, uma vez que limita a lixiviação, por vezes pode limitar a absorção pelas raízes. Ainda segundo os autores, a areia ajuda a reduzir a fixação. Os resultados deste trabalho mostram que os valores de P, na parte aérea, foram tanto maiores quanto maiores os teores de areia no solo, o que permitem inferir que a fixação do P, ocorreu, e houve uma limitação à absorção pelas raízes das plantas. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de P na parte aérea de 8,9 a 9,6 g kg^{-1} , em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores estes maiores do que os encontrados no presente trabalho, exceto para os teores encontrados em solo arenoso (Tabela 5). Cavarianni et al. (2008), trabalhando

com rúcula, com 3 níveis de nitrogênio em solução nutritiva e 3 cultivares, encontraram teores de P foliar na faixa de 3,4 a 4,1 g kg⁻¹. Uma explicação para os baixos valores de P é capacidade de fixação de P pela argila, conforme acima mencionado. Entretanto, Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram teores de teores foliares de P na faixa de 3 a 8 g kg⁻¹, valores próximos aos obtidos no presente trabalho.

Os valores de Mg, que é um nutriente móvel nos vegetais (Raij, 1991), presentes na parte aérea desse experimento, estão na tabela 5. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de Mg na parte aérea de 5,1 a 5,2 g kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores próximos, porém, menores do que os encontrados no presente trabalho (Tabela 5). Já Cavarianni et al. (2008), em um trabalho com rúcula, com 3 níveis de nitrogênio em solução nutritiva e 3 cultivares, encontraram valores de Mg foliar entre 4,3 a 4,6 g kg⁻¹, valores menores do que os encontrados no presente trabalho. Trani et al. (2014), citam resultados obtidos na Nova Zelândia, entre 4 a 7 g kg⁻¹, estando os valores encontrados no presente trabalho, dentro dessa faixa. Nota-se a proximidade dos valores do teor foliar de Mg entre os diferentes fatores de variação do presente estudo, o que permite inferir que também ocorreu o efeito da diluição (MALAVOLTA et al., 1997).

Quanto ao teor dos micronutrientes não houve interação entre os fatores de variação, exceto, para o nutriente B, interação a qual será discutida adiante. Já em relação ao fator de variação da % CC, houve comportamento semelhante para todos os micronutrientes, ou seja, sem diferença estatística (tabela 7), exceto para o micronutriente Zn.

Em relação ao micronutriente Cu (tabela 7), nota-se de acordo com a classe textural foram observados diferentes teores do nutriente na parte aérea. Os maiores teores ocorreram em solo argiloso, os intermediários em solos de textura arenosa e os menores em solo arenoso. Abreu et al. (2007) em um trabalho de revisão, afirmam que a presença de íons metálicos, como Fe, Mn e Al reduzem a disponibilidade de Cu para as plantas, e o efeito é independente do tipo de solo. Além disso, o Cu é adsorvido pela fração mineral e complexado pela matéria orgânica (RAIJ, 1991). Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de cobre na parte aérea de 7 a 8 mg kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores próximos quando se trata do solo argiloso, porém, os valores encontrados no presente trabalho (Tabela 5) para os solos de textura arenosa e média

são inferiores aos do autor supracitado. Todavia, Santos et al. (2012), em solução nutritiva, com diferentes concentrações de Zn, encontraram valores de teor foliar de cobre de $2,85 \text{ mg kg}^{-1}$, valores semelhantes para o solo de textura média, e menores do que os obtidos para o solo de textura argilosa. Os valores encontrados nos tratamentos com solo de textura média foram inferiores aos relatados por Trani et al. (2014), com valores obtidos na Nova Zelândia, na faixa de 5 a 20 mg kg^{-1} , entretanto, os valores encontrados nos outros tratamentos (arenoso e argiloso), estão na faixa relatada pelo autor supracitado.

O micronutriente Fe tem sua disponibilidade reduzida quando se eleva o pH do solo (RAIJ, 1991). Na tabela 7 estão descritos os valores do teor de Fe da parte aérea. Observa-se que os maiores valores foram encontrados para a classe textural argilosa, os valores intermediários para classe textural média e os menores para a arenosa. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de ferro na parte aérea de 893 a 961 mg kg^{-1} , em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores inferiores quando se compara com os do presente trabalho para as classes texturais argilosa e média, e, superiores quando se compara com o solo de textura arenosa do presente trabalho (Tabela 7). Todavia, Santos et al. (2012), trabalhando com solução nutritiva, em diferentes concentrações de Zn, encontraram valores de teor foliar de Fe na faixa de 60 a 81 mg kg^{-1} , valores bem inferiores aos do presente experimento. Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram valores de Fe de 100 a 300 mg kg^{-1} , em tecidos foliares, valores menores do que os encontrados no presente trabalho.

Os teores de Mn e de Zn da parte aérea das plantas são apresentados na tabela 7. Não foram observadas diferenças significativas entre as quantidades de água aplicadas, mas sim, diferenças em relação às classes texturais, sendo os maiores valores observados para classe textural arenosa. Já para as outras classes texturais os valores foram iguais estatisticamente e inferiores à classe textural arenosa, tendência observada tanto para Mn quanto para Zn. Purquerio (2005), em um estudo com a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de Mn, na parte aérea, de 131 a 1668 mg kg^{-1} , em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão. Independente da classe textural, os valores encontrados no presente trabalho são menores. Já Santos et al. (2012), em condições de solução nutritiva, em diferentes concentrações de Zn, encontraram de teores foliares de Mn de $174,81 \text{ mg kg}^{-1}$, valores

também superiores ao do presente trabalho. Entretanto, Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram valores de Mn em tecidos foliares de 50 a 160 mg kg⁻¹, estando os valores encontrados no presente trabalho dentro dessa faixa.

O Zn é um nutriente fortemente adsorvido pela fração mineral do solo (RAIJ, 1991). Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de Zn na parte aérea, de 78 a 83 mg kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores superiores ao do presente trabalho (tabela 7). Já Santos et al. (2012), trabalhando com solução nutritiva, em diferentes concentrações de Zn, encontraram teores foliares entre 10 a 15 g kg⁻¹, valores também superiores aos encontrados neste trabalho. Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, relatam teores de Zn, em tecido foliares, na faixa de 45 a 80 mg kg⁻¹, estando os valores observados para a classe textural arenosa dentro dessa faixa, e os demais valores de 45 mg kg⁻¹.

Os resultados do desdobramento dos teores foliares de B estão na tabela 8. O nutriente boro fica adsorvido nos solos com mais intensidade em óxidos de ferro e alumínio, e pode ser lixiviado mais facilmente em solos arenosos (RAIJ, 1991). Quando se analisa os resultados de B do presente trabalho, pode-se comentar que a adsorção pode interferir na disponibilidade desse nutriente uma vez que os teores para a classe textural arenosa foram diferentes e superiores aos das demais classes com maior teor de argila. Nota-se, também, que os resultados obtidos para as maiores quantidades de água aplicada (80, 100 e 120% da CC) foram menores e diferentes da menor quantidade de água aplicada (60% da CC), fato não observado nas outras classes texturais do experimento. Os valores menores em solos mais ricos em argila podem ser decorrentes do efeito de diluição (MALAVOLTA et al., 1997). Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de B na parte aérea de 50 a 53 mg kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores maiores do que os obtidos neste trabalho (tabela 5), exceto para os valores de classe textural arenosa. Já Santos et al. (2012), em solução nutritiva, em diferentes concentrações de zinco, obtiveram valores de teor foliar de boro entre 48 a 60 mg kg⁻¹, valores semelhantes para o solo arenoso e maiores do que as demais classes texturais. Trani et al. (2014), relatando valores obtidos na Nova Zelândia, citam teores de 25 a 60 mg kg⁻¹, valores semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

Tabela 5 – Valores médios de teores foliares de macronutrientes, em g kg⁻¹, cultivar Apreciatta, em função da classe textural e da % CC.

	N	P	K	Ca	Mg	S
CT						
Arenosa	13	7	22	24 A	7	10 A
Média	14	3	22	17 B	8	8 B
Argilosa	15	3	23	17 B	6	8 B
f	15,40 ^{**}	329,56 [*]	2,70 ^{ns}	84,98 ^{**}	40,30 ^{**}	32,87 ^{**}
% CC						
60	16	4	25	18 b	7	8 a
80	13	5	23	19 ab	7	9 a
100	13	4	21	20 ab	7	9 a
120	13	4	20	21 a	7	8 a
f	23,40 ^{**}	2,02 ^{ns}	25,32 ^{**}	3,96 ^{**}	0,74 ^{ns}	0,69 ^{ns}
f int.	8,69 ^{**}	5,20 ^{**}	2,08 ^{ns}	0,92 ^{ns}	3,73 ^{**}	1,59 ^{ns}
CV	8,86	15,17	8,51	10,66	9,21	9,51

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Tabela 6 – Valores médios dos teores foliares de macronutrientes, em g kg⁻¹, cultivar Apreciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	N	P	Mg
Arenosa	60	13 C a	8 A a	8 A a
	80	13 A a	8 A ab	8 A ab
	100	12 A a	7 A bc	7 A ab
	120	12 A a	6 A c	7 AB b
Média	60	15 B a	2 B a	7 B a
	80	13 A ab	3 A a	8 A a
	100	13 A b	3 A a	8 A a
	120	13 A ab	3 A a	8 A a
Argilosa	60	19 A a	2 B a	6 C a
	80	14 A b	3 A a	6 A a
	100	12 A b	3 A a	6 B a
	120	13 A b	3 A a	6 B a

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

Tabela 7 – Valores de teores foliar de micronutrientes, em mg kg⁻¹, cultivar Apreciatta, em função da classe textural e da % CC.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CT					
Arenosa	50	5 B	460 C	115 A	53 A
Média	40	3 C	1460 B	70 B	34 B
Argilosa	39	9 A	2691 A	86 B	33 B
f	59,49 ^{**}	65,91 ^{**}	58,01 ^{**}	16,00 ^{**}	138,18 ^{**}
%CC					
60	43	6	1703	97	40 a
80	43	6	1440	90	43 a
100	42	5	1408	90	40 a
120	44	6	1597	84	36 b
f	0,46 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,69 ^{ns}	6,71 ^{**}
f int.	3,24 [*]	1,19 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,93 ^{ns}
CV (%)	8,24	26,24	42,7	27,7	10,62

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Tabela 8 – Valores médios dos teores foliares de B, em mg kg⁻¹, cultivar Apreciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	B
Are	60	55,00 B b
	80	48,80 B a
	100	48,00 B a
	120	48,6 B a
Me	60	37,2 A a
	80	41,60 A a
	100	41,60 A a
	120	42,00 A a
Arg	60	38,4 A a
	80	39,4 A a
	100	37,00 A a
	120	39,80 A a

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

4.5.2 Aspectos Produtivos

Os resultados de matéria fresca e matéria seca da parte aérea e os valores médio do desdobramento da interação da matéria fresca estão contidos, respectivamente, nas tabelas 9 e 10.

Em relação a menor quantidade de água aplicada (60% da CC) não houve diferença significativa entre os solos estudados, entretanto, com o aumento da quantidade de água aplicada, 80% da CC, observa-se que os valores das classes texturais arenosa e média foram iguais e inferiores ao da classe textural argilosa. Já para as maiores quantidades de água aplicadas (100 e 120 % da CC), os resultados foram semelhantes, ou seja, menores valores para a classe textural arenosa, intermediários para a classe textural média e maiores valores para a classe textural argilosa.

Em relação à classe textural arenosa, não se observou diferenças nos valores de matéria fresca, independentemente da quantidade de água aplicada, diferentemente das demais classes texturais.

Em relação à classe textural média, nota-se que a maior quantidade de água aplicada (120% da CC) resultou em maior valor numérico e diferente estatisticamente da menor (60% da CC), entretanto, as quantidades de água aplicadas intermediárias foram iguais estatisticamente à máxima e à mínima.

Quando se observa os valores da classe textural argilosa, os valores seguem uma tendência crescente de aumento, ou seja, da menor para a maior quantidade de água aplicada, sendo os resultados para 80% e 100% da CC se situam em posição intermediária, porém diferentes estaticamente dos demais, sendo o maior valor de matéria fresca obtido para a maior quantidade de água aplicada (120% da CC).

Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, encontrou valores de matéria fresca de 42,3 a 55,2 g por conjunto de 4 plantas, portanto, superiores aos encontrados no presente trabalho.

Já Cavarianni et al. (2008), trabalhando com rúcula, com 3 níveis de nitrogênio em solução nutritiva e 3 cultivares, verificaram, para a espécie *Eruca sativa*, valores de 14,76 a 20,38 g por planta, cultivares Folha Larga e Cultivada, respectivamente, valores superiores aos encontrados neste trabalho. Nunes et al. (2014), estudando a cultura da rúcula, em vasos com amostras de Latossolo Vermelho, de textura argilosa (367 g kg⁻¹ de argila), obtiveram 129,04 g vaso⁻¹ em 76,37% da capacidade de retenção de água pelo solo, valores superiores aos do presente trabalho.

Tabela 9 – Quantidade de matéria fresca e matéria seca da parte aérea, em g vaso⁻¹, cultivar Apresiasi, em função da classe textural e da % CC.

	Matéria Fresca – g vaso ⁻¹	Matéria Seca – g vaso ⁻¹
CT		
Are	31,90	5,85 C
Me	43,20	9,29 B
Arg	61,00	13,01 A
f	48,41**	82,91**
%CC		
60	32,60	8,08 b
80	45,30	9,19 ab
100	48,80	9,70 ab
120	54,70	10,57 a
f	14,65**	5,24**
f int.	4,85**	1,33 ^{ns}
CV (%)	20,82	18,75

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Tabela 10 - Valores médios de matéria fresca, em g vaso⁻¹, cultivar Apresiasi no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	Matéria Fresca
Are	60	29,01 A a
	80	34,80 B a
	100	32,95 C a
	120	30,64 C a
Me	60	32,32 A b
	80	41,51 B ab
	100	47,95 B ab
	120	51,04 B a
Arg	60	36,53 A c
	80	59,65 A b
	100	65,43 A b
	120	82,37 A a

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

Os valores para as quantidades de matéria seca da parte aérea estão contidos na tabela 9. Pode-se notar que para a classe textural argilosa a matéria seca foi superior e diferente estatisticamente das outras classes, enquanto que os

resultados da classe textural média estão em posição intermediária e os menores valores são os da classe textural arenosa. Em relação às quantidades de água aplicada, os valores seguem uma tendência crescente de aumento, ou seja, da menor para a maior quantidade de água aplicada, sendo que os resultados para 80% e 100% da CC se situam em posição intermediária, porém diferente estaticamente dos demais, e o maior valor de matéria fresca foi obtido para a maior quantidade de água aplicada (120% da CC). Purquerio (2005) obteve resultados de 2,8 a 3,7 g por conjunto de 4 plantas, valores inferiores ao encontrados neste trabalho. Já Cavarianni et al. (2008), em um trabalho com rúcula, com 3 níveis de nitrogênio em solução nutritiva e 3 cultivares, encontraram para a espécie *Eruca sativa*, valores de 14,76 a 16,88 g por planta, cultivares Folha Larga e Cultivada respectivamente, valores superiores aos encontrados neste trabalho. Nunes et al. (2014), estudando a cultura da rúcula, em vasos contendo amostras de Latossolo Vermelho, de textura argilosa (367 g kg⁻¹ de argila), obtiveram 12,96 g vaso⁻¹ em 76,56% da capacidade de retenção de água pelo solo, valores superiores ao presente trabalho.

4.5.3 Quantidade acumulada de nutrientes

As quantidades dos macronutrientes acumulados constam da tabela 11, e os desdobramentos das interações, quando estas foram significativas, estão na tabela 12. Já os teores de micronutrientes estão na tabela 13 e o desdobramento das interações de B estão contidos na tabela 14.

Pode-se notar que houve interação entre os fatores estudados para os seguintes de macronutrientes: P, K, Mg e S, que serão discutidos em seguida.

Em relação à quantidade de N, nota-se que ocorreram diferenças em função da textura do solo e não houve diferença entre as quantidades de água aplicadas. Os resultados deste trabalho mostram que quanto maior o teor de argila, maior foi o acúmulo de N na parte aérea. Conforme já comentado acima, existe um menor potencial de lixiviação de NO₃⁻ quanto maior o teor de argila em um solo, o que pode ter favorecido o acúmulo de tal nutriente. Além desse fator, um solo mais rico em argila é capaz de “proteger” a matéria orgânica de sua degradação oriunda tanto de microrganismos quanto das intempéries. Purquerio (2005), em cultivo protegido, encontrou valores para o acúmulo de N, em conjunto de 4 plantas, de 111,3 a 142,3 g, sendo, portanto, superiores aos encontrados no presente trabalho.

Os resultados da quantidade de Ca acumulado mostram que as plantas de rúcula cultivadas em classe textural arenosa apresentaram valores superiores e diferentes das demais classes, que resultaram em valores iguais estatisticamente entre si. Já em relação à disponibilidade hídrica, as quantidades intermediárias de água aplicada intermediárias (80 e 100% da CC) mostraram-se estaticamente iguais às quantidades de água extremas (60 e 120% da CC), entretanto, a maior quantidade de água aplicada resultou em valores maiores de Ca. Dantas Neto et al. (2013), concluíram que quanto maior a lâmina de água aplicada maiores os teores de Ca foliar, em goiabeiras fertirrigadas com N, para o segundo ciclo produtivo. Melo et al. (2009), em trabalho de revisão, afirmam que o Ca fica retido pelo complexo de troca (CTC), o que pode explicar a razão pela qual a quantidade de Ca acumulada na parte aérea foi maior em solo de textura arenosa. Purquerio (2005) encontrou valores de 69,8 a 82,2 mg por conjunto de 4 plantas, valores considerados superiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 11 – Quantidade de macronutrientes acumulados na parte aérea, em g vaso⁻¹, cultivar Apreciatta, em função da classe textural e da % CC.

	QN	QP	QK	QCa	QMg	QS
CT						
Are	73 C	33	98	109 A	34	44
Me	125 B	12	99	78 B	34	35
Arg	187 A	13	104	74 B	27	36
f	70,92 ^{**}	430,78 ^{**}	2,67 ^{ns}	83,32 ^{**}	50,78 ^{**}	39,78 ^{**}
%CC						
60	133 a	20	114	82 b	32	37
80	124 a	20	104	84 ab	32	38
100	121 a	19	94	89 ab	32	39
120	135 a	18	89	93 a	31	37
f	0,83 ^{ns}	1,92 ^{ns}	25,13 ^{**}	3,91 [*]	0,42 ^{ns}	1,12 ^{ns}
f int.	1,24 ^{ns}	5,05 ^{**}	1,88 [*]	0,98 ^{ns}	4,67 ^{**}	2,41 [*]
CV (%)	23,65	13,16	8,35	10,58	8,51	9,22

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Em relação aos valores de P acumulado, nota-se que os resultados da classe textural arenosa foram diferentes e superiores aos resultados para as demais classes texturais. Considerando-se, ainda, a classe textural arenosa, observou-se que quanto menor a disponibilidade de água maior é o acúmulo do nutriente na parte

aérea. Já em relação as classes texturais média e argilosa, não se observou diferenças para o acúmulo de P na parte aérea. Em um estudo com cem amostras de diversos solos do Estado de São Paulo, Rodrigues; Mello (1981), concluem que os teores de argila e areia, se correlacionam positivamente e negativamente, respectivamente na fixação de P. Thomazi et al. (1990) concluem que a argila é um dos principais fatores que contribuem para a fixação de P no solo portanto, pode-se inferir que os tratamentos que continham solos arenosos proporcionaram mais P disponível para a cultura, o que resultou em maiores quantidade de P acumulado na parte aérea. Exceto para os tratamentos oriundos de solo de textura arenosa, os maiores valores de P acumulado foram obtidos para a quantidade de água aplicada relativa a 80% da capacidade de retenção de água pelo solo. Dominghetti et al. (2014), em um estudo de P e irrigação, concluem que as maiores lâminas de irrigação aumentam o teor foliar de P em cafeeiro. Purquerio (2005), em cultivo protegido, encontrou valores para o acúmulo de P, em conjunto de 4 plantas, de 23,7 a 26,7 g, valores que podem ser considerados superiores ao presente trabalho.

Os resultados relativos ao acúmulo de K na parte aérea mostram que, independente da classe textural, quanto maior a quantidade de água aplicada menor foi o acúmulo de K. Em relação às classes texturais, existe uma tendência de maiores valores acumulados de K para as classes texturais mais ricas em argila. Mendes et al. (2014), concluíram que quanto maior a lâmina aplicada maior foi a quantidade de K lixiviado, o que permite inferir que quanto maior a quantidade lixiviada menor a quantidade disponível, fato que talvez tenha ocorrido neste trabalho, uma vez que quanto maior a quantidade de água aplicada, menor foi a quantidade de K acumulado na parte aérea. Purquerio (2005), em cultivo protegido, porém na estação outono/inverno, em ambiente protegido, observou valores de 221 a 285 g de K por conjunto de 4 plantas, valores superiores ao obtidos no presente trabalho.

No tocante a quantidade de Mg acumulado na parte aérea, pode-se notar que nos tratamentos que continham solos de textura média e argilosa, a quantidade de Mg acumulada na parte aérea não foi influenciada pela quantidade de água aplicada. Entretanto, para a classe textural arenosa, houve influência, ou seja, quanto maior a quantidade de água aplicada menor a quantidade do nutriente acumulada. De maneira geral, os valores observados para a classe textural arenosa foram superiores às demais classes texturais. Purquerio (2005), em cultivo protegido,

encontrou valores para o acúmulo de Mg, em conjunto de 4 plantas, de 13,5 a 15,8 mg, valores que podem ser considerados superiores ao presente trabalho.

Os resultados da quantidade de S acumulado mostram que em relação às classes texturais média e argilosa, não ocorreram diferenças estatísticas em função das quantidades de água aplicadas, entretanto, para a classe textural arenosa, a menor quantidade de água aplicada, resultou em maior valor do nutriente acumulado na parte aérea. Quando se compara as classes texturais para as menores quantidades de água aplicadas menores, ou seja 60 e 80% da CC, observa-se que para a classe textural arenosa resultou em valores superiores às demais, já para 100% da CC a classe textural média resultou em maiores do que as demais, para a máxima quantidade de água aplicada não houve diferenças significativas para a quantidade de S acumulado. Purquerio (2005), em cultivo protegido, encontrou valores para o acúmulo de S, em conjunto de 4 plantas, de 11,4 a 14,6 mg, valores que podem ser considerados superiores ao presente trabalho.

Tabela 12 - Valores médios da quantidade de macronutrientes acumulada na parte aérea, em g vaso⁻¹, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	QP	QK	QMg	QS
Are	60	37,16 A a	107,97 B a	37,81 A b	45,63 A a
	80	34,37 A ab	106,54 A a	33,87 A ab	44,95 A ab
	100	31,36 A bc	94,62 A ab	31,99 AB a	44,13 B ab
	120	28,70 A c	83,51 A b	30,73 AB a	39,21 A b
Me	60	10,70 B a	109,13 B a	32,44 B a	31,52 B a
	80	12,80 B a	100,17 A ab	36,02 A a	35,48 B a
	100	12,27 B a	93,81 A b	34,41 A a	35,07 A a
	120	12,10 B a	92,47 A b	34,41 A a	36,10 A a
Arg	60	11,37 B a	124,10 A a	25,18 C a	34,54 B a
	80	13,41 B a	104,83 A b	25,45 B a	34,70 B a
	100	13,84 B a	94,62 A b	28,31 B a	37,39 B a
	120	13,48 B a	91,57 A b	27,42 B a	35,18 A a

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

No tocante à quantidade de micronutrientes acumulados, observa-se que não houve interação entre os fatores de variação, exceto, para o nutriente B, interação que será discutida adiante. Já em relação ao fator de variação da % CC,

houve comportamento semelhante para todos os micronutrientes, ou seja, não se diferiram estatisticamente (tabela 13), exceto para o micronutriente Zn.

Em relação ao micronutriente Cu (tabela 13), nota-se que em função da classe textural foram encontrados diferentes teores do nutriente na parte aérea das plantas. Nota-se que os maiores valores do nutriente acumulados na parte aérea da planta foram encontrados para o solo de textura argilosa, sendo esses valores superiores e diferentes dos demais, seguidos, intermediariamente, pelos valores dos tratamentos de textura arenosa e, em seguida, pelo solo de textura média. Purquerio (2005), em cultivo de inverno, com a cultura da rúcula, em cultivo protegido, alcançou valores de Cu, em conjunto de 4 plantas, de 0,018 a 0,026 mg, sendo, portanto, inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Os valores das quantidades de Fe acumuladas na parte aérea estão apresentados na tabela 13. Nota-se que somente houve diferenças estatísticas, quando se diferenciou as classes de texturas do solo. Os maiores valores de acúmulo para o nutriente Fe na parte aérea foram obtidos para o solo de classe textural argilosa, na sequência para o solo de classe textural média, e os menores valores para o solo de classe textural arenosa. Purquerio (2005), em ambiente de cultivo protegido, no inverno, encontrou valores para o acúmulo de Fe, em conjunto de 4 plantas, na faixa de 2,2 a 3,3 mg, sendo, portanto, inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Em relação aos resultados dos valores de Mn acumulados na parte aérea, nota-se que não houve diferenças significativas entre as quantidades de água aplicadas. Entretanto, quando se compara as classes de textura dos solos estudados, nota-se que os tratamentos oriundos de solos de textura arenosa mostraram maior quantidade de Mn acumulado na parte aérea e valores estatisticamente diferentes aos demais. Com relação aos solos de textura média e argilosa não se diferenciaram. Pode-se inferir que esses resultados são decorrentes da maior adsorção desse nutriente à argila, o que foi observado em solos mais ricos em argila, portanto, a maior adsorção nesses solos, o que pode ter dificultado a disponibilidade do nutriente para esses solos, enquanto que no solo de textura arenosa, em razão da menor adsorção, ocorreram maiores teores do nutriente acumulado na parte aérea. Hippler et al. (2014) encontraram menor disponibilidade de Zn e Mn para plantas de citros, devido à adsorção em solos de textura de argilosa, sendo a adsorção o principal fator limitante para a disponibilidade de Zn e Mn para as plantas cítricas. Purquerio (2005), em ambiente protegido, em cultivo de verão, obteve quantidades de Mn acumulado na parte aérea de rúcula, na

faixa de 0,41 a 0,51 mg em conjunto de 4 plantas, sendo, portanto, menores aos encontrados no presente trabalho.

No tocante aos valores relativos à quantidade de Zn acumulado na parte aérea, é possível notar que houve diferenças significativas entre as quantidades de água aplicadas, porém de 60 a 100% da capacidade de retenção de água do solo não houve diferenças significativas, sendo esses valores maiores e diferentes da maior quantidade de água aplicada (120% da CC). Já quando se observa os valores em função das classes de textura do solo, nota-se que, de maneira semelhante, também ocorreu a adsorção do nutriente, ou seja, o teor de argila do solo pode ter sido determinante para a disponibilidade de nutriente, nesse caso Zn. Machado e Pavan (1987) encontraram maior adsorção de Zn em solos argilosos do Paraná do que em solos arenosos, Hipler et al. (2014) também citam a adsorção de Zn em solos de textura mais argilosa como fator limitante para a disponibilidade desse nutriente para as plantas cítricas. Purquerio (2005), em ambiente protegido, em cultivo de verão, obteve quantidades de Zn acumulado na parte aérea de rúcula, na faixa de 0,20 a 0,26 mg em conjunto de 4 plantas, valores inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 13 – Quantidade de micronutrientes acumulados na parte aérea, em mg vaso⁻¹, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.

	QB	QCu	QFe	QMn	QZn
CT					
Are	224	23 B	2059 C	513 A	236 A
Me	182	15 C	6542 B	315 B	151 B
Arg	173	38 A	12055 A	387 B	149 B
f	56,66 ^{**}	65,91 ^{**}	58,01 ^{**}	16,00 ^{**}	138,18 ^{**}
%CC					
60	194	27	7629	436	180 a
80	194	25	6451	403	191 a
100	189	24	6306	403	180 a
120	195	25	7155	378	161 b
f	0,44 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,69 ^{ns}	6,71 ^{**}
f int.	3,34 ^{**}	1,19 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,93 ^{ns}
CV (%)	8,28	26,24	42,7	27,7	10,62

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Como se pode observar, houve interação entre os fatores de variação, para a quantidade de B acumulado na parte aérea. Nota-se que os valores oriundos da classe textural arenosa, foram sempre maiores do que os das demais classes texturais. Para as classes texturais média e argilosa não se observa diferenças com o aumento da quantidade de água aplicada. Entretanto, para a classe textural arenosa, houve diferenças para as quantidades de água aplicadas, sendo observados os maiores valores para a menor quantidade de água aplicada. Purquerio (2005), em ambiente de cultivo protegido, no inverno, encontrou valores para o acúmulo de B, em conjunto de 4 plantas, de 0,0064 a 0,077 mg, portanto, inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 14 - Valores médios da quantidade acumulada de B, em mg vaso⁻¹, cultivar Apreciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	QB
Are	60	245,26 A a
	80	217,61 A b
	100	215,04 A b
	120	216,49 A b
Me	60	165,54 B a
	80	186,75 B a
	100	186,11 B a
	120	189,00 B a
Arg	60	172,45 B a
	80	176,95 B a
	100	165,38 B a
	120	178,56 B a

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

4.5.4 Eficiência do uso da água

Os valores da eficiência do uso da água são apresentados na tabela 15 e os desdobramentos das interações, na tabela 16. As menores quantidades de água aplicadas, 60 e 80% da CC, não resultaram em valores diferentes para as 3 classes texturais estudadas, entretanto, para a quantidade de 100% da CC, nota-se que para a classe textural arenosa a eficiência do uso da água foi inferior e diferente da classe textural argilosa, enquanto que o resultado para a classe textural média foi intermediário e estatisticamente semelhante aos demais. Quando se analisa a máxima quantidade de

água aplicada (120% da CC), observa-se que o menor valor foi obtido para a classe textural arenosa, sendo inferior e diferente das demais, entretanto, os resultados para as classes texturais média e argilosa, foram iguais estatisticamente. Analisando-se, as quantidades de água aplicadas, na classe textural arenosa, nota-se que os maiores valores, e iguais entre si, são oriundos das quantidades de água aplicadas, intermediárias, 80 e 100% da CC. O menor para 120% da CC, enquanto que 60% da CC não se diferenciou dos demais tratamentos. Não houve diferença para os resultados da classe textural média. Já os resultados da classe textural argilosa mostram que a menor quantidade de água aplicada, 60% da CC, resultou em menor valor de eficiência do uso da água, em comparação com as demais quantidades de água aplicadas, 80, 100 e 120%, as quais não diferiram entre si. Souza et al. (2011), estudando a eficiência do uso de água em feijão-caupi e milho, em cultivos consorciados ou não, observaram que o feijão-caupi é mais eficiente no uso de água em cultivo exclusivo, não diferindo estatisticamente nas lâminas de 50, 75, 100 e 125% da ET₀. O cultivo do milho também foi mais eficiente em cultivo exclusivo, porém, foi mais eficiente com 125% da ET₀. Lima et al. (2012), estudando três diferentes manejos de irrigação para a alfafa, sendo tensiômetros, tanque classe A e turno de rega de 3 dias, encontraram que no primeiro corte o uso eficiente de água foi inferior para o turno de rega, e, superior para o tensiômetros e tanque classe que não diferiram entre si. Costa (2014) encontrou que a lâmina máxima estimada de irrigação para a maior eficiência do uso de água é de 72,75% da evaporação do tanque classe A, em um solo de textura muito argilosa (75% de argila) para a cultura do quiabo. Cunha et al. (2013a), estudando a cultura da rúcula em um solo argiloso, em cultivo em campo aberto no nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, observaram os maiores valores de eficiência do uso da água, de 13,7 kg m⁻³ para 125% da ET_c.

Tabela 15 – Eficiência do uso da água, em g L⁻¹, cultivar Apiciatta, em função da classe textural e da % CC.

Eficiência do Uso da Água – g L ⁻¹	
CT	
Are	4,25
Me	4,92
Arg	5,75
f	15,78 ^{**}
%CC	
60	4,37
80	5,24
100	5,37
120	4,91
f	4,15 [*]
f int.	3,07 [*]
CV (%)	17,04

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação.

Tabela 16 - Valores médios da eficiência do uso da água, em g L⁻¹, cultivar Apiciatta no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	EUA
Are	60	4,24 A ab
	80	4,89 A a
	100	4,72 B a
	120	3,15 B b
Me	60	4,35 A a
	80	4,84 A a
	100	5,16 AB a
	120	5,34 A a
Arg	60	4,53 A b
	80	6,00 A a
	100	6,23 A a
	120	6,24 A a

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

4.6. CONCLUSÕES

1. Para a reposição de água de 60 a 100% da CC e de 80 a 120% da CC, respectivamente, para solos de classe textural arenosa e argilosa, há maior EUA;
2. Há maior produção de matéria fresca para reposição de 80 a 120% da CC em solos de textura média e de 120% da CC em solo de textura argilosa;
3. Em solos arenosos há maior acúmulo de P na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 60 a 80% da CC;
4. A reposição de 60 a 100% da CC, em solo de textura arenoso, de 60 a 80% da CC em solo de textura média e de 60% da CC em solo argiloso proporciona maior acúmulo de K na parte aérea das plantas;
5. O maior acúmulo de Mg na parte aérea ocorre para a reposição de 80 a 100% da CC e para o S de 60 a 100% da CC em solo de textura arenosa;
6. A reposição acima de 100% da CC promove redução do acúmulo de Zn na parte aérea das plantas;
7. Em solos de classe textural arenosa há maior acúmulo de B na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 60% da CC.

4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETTO, A. O.; PEREIRA, F. A. C.; BARROS, A. C.; MELO, A. S. Quanto e quando irrigar. In: AGUIAR NETTO, A. O.; BASTOS, E. A. (Eds) **Princípios agrônômicos da Irrigação**. EMBRAPA, Brasília, Cap. 6, p.179-192, 2013.
- ALBUQUERQUE, F. da S.; SILVA, Ê. F. de F. E.; NUNES, M. F. F. N.; SOUZA, A. E. R. de. Biomass allocation and water use efficiency in fertigated sweet pepper. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 315-325, 2012.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage, n.56).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do Tanque Classe A. **Scientia Agrícola**, v.54, n.1-2, Piracicaba, 1997.
- BARROS JUNIOR, A. P. **Adubação nitrogenada no consórcio alface e rúcula**. 2008. 86p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G.; SANTOS, J. W. Algumas alterações metabólicas ocorridas na mamoneira (BRS 149 Nordestina) devido ao estresse hídrico por deficiência e excesso no ambiente edáfico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p. 977-984, 2006.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BRANCO, R. B. F; MARCHESE, J. A; KATZ, I.; GADUM, J.; RODRIGUES, J. D. Efeitos de diferentes lâminas de irrigação na produção de rúcula. **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 43, 2003. Disponível <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/cpir2002c.pdf>>. Acesso 28 jun 2014.
- CAMERON, K. C.; DI H. J.; MOIR, J. L. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. **Annals of Applied Biology**, v.162, n.2, p. 145-173, 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. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Minas Gerais. p. 375-470, 2007.
- CAVARIANNI, R. L.; CECILIO, A. B.; CAZETTA, J. O.; MAY, A.; CORRADI, M. M.. Nutrient contents and production of rocket as affected by nitrogen concentrations in the nutritive solution. **Scientia Agrícola**, v.65, n.6, p.652–658, 2008.
- COELHO, E. F.; COSTA, E. L; LEDO C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência do uso de água das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘Grande Naine’ no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.435-438, 2006.

COSTA, R. A. **Cultura do quiabo submetida a lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em tanque Classe A**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia-Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CRISOSTO, C. H.; JOHNSON, R. S.; LUZA, J. G.; CRISOSTO, G. M. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of ‘O’Henry’ peaches. **HortScience**, v.29, n.10, p.1169-1171, 1994.

CRUCIANI, D. E. **A drenagem na agricultura**. 4.ed.. 2. reimpressão. São Paulo: Nobel, 1989. 337p.

CUNHA, A. R. Coeficiente do Tanque Classe A obtido por diferentes métodos em ambiente protegido e no campo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.451-464, 2011.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

CUNHA, F. F.; GODOY, A. R.; MAGALHÃES, F. F.; de CASTRO, M. A.; LEAL, J. F. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v.2, n.3, p.131-141, 2013a.

CUNHA, P. C. R.; da; SILVEIRA, P. M. da; NASCIMENTO, J. L. do; ALVES JUNIOR, J. Manejo da irrigação no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.7, p.735-742, 2013b.

DANTAS NETO, J.; MACIEL, J. L.; ALVES, A. de S.; AZEVEDO, C.A.V. de; FERNANDES, P. D.; LIMA, V. L. A. Teores de macronutrientes em folhas de goiabeira fertirrigada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.9, p.962-968, 2013.

DOMINGHETTI, A. W.; SCALCO, M. S., GUIMARÃES, R. J., SILVA, D. R. G., CARVALHO, J. P. S., PEREIRA, V. A. Doses de fósforo e irrigação na nutrição foliar do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1235-1240, 2014.

DSRA. Departamento de Solos e Recursos Ambientais. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP - Campus de Botucatu. Disponível em <<http://www.fca.unesp.br/#!/meteorologia>>. Acesso 14 abr 2014.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no litoral paraibano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.3, p. 494-506, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas: Couve e Plantas Relacionadas. In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 279-299p. 2008.

GOMES, E. P.; TESTEZLAF, R. **Manejo de irrigação na tomaticultura de mesa**. Mogi-Guaçu, UNICAMP, São Paulo. 2004. Disponível em <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/manejoirrig.pdf>>. Acesso 29 mai 2015.

GUERRERO, A. C.; BORGES, L. S.; FERNANDES, D. M. Efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.4, p.591-596, 2011.

HIPPLER, F. W. R.; REIS, IOLANDA M. S.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS-JR., D. Características adsorptivas de solos e o suprimento de zinco e manganês para os citros. **Citrus Research & Technology**, v. 35, p. 73-83, 2014.

HAMADA, E; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.9, p.1201-1209, 1995.

JIA, X; SHAO, L.; LIU, P.; ZHAO, B.; GU, L.; DONG, S.; BING, S. H.; ZANG, J. ZHAO, B. Effect of different nitrogen and irrigation treatments on yield and nitrate leaching of summer maize (*Zea mays* L.) under lysimeter conditions. **Agricultural Water Management**, v. 137, p. 92-103, 2014.

KESER, G. Effects of irrigation with wastewater on the physiological properties and heavy metal content in *Lepidium sativum* L. and *Eruca sativa* (Mill.). **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v.185, n.7, 6209-6217, 2012.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. Editora Nobel, São Paulo, 1984. 408p.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Passo Fundo, UPF Editora, 212 p., 2008.

LIMA, M. D. B.; CARRIJO, M. S.; COSTA, K. A. de P.; DAN, H A.; SIMON, G. A. Eficiência do uso da água na produção de alface sob diferentes manejos de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.17, n. 4, p.448-455, 2012.

LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; JUNG, L. H.; PACHECO, A. Avaliação do coeficiente do Tanque Classe “A” para estimativa da evapotranspiração de referência em Aquidauana-MS. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p.1-11, 2012.

LOPES, A. S.; PAVANI, L. C.; CORÁ, J. E.; ZANINI, J. R.; MIRANDA, H. A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, p.89-100, 2004.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; GONÇALVES, S. O.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BOAS, R. L. Lâminas de fertirrigação e substratos na produção e qualidade de gerbera de vaso. **Irriga**, Botucatu, v.18, n.4, p.635-646, 2013.

MACHADO, P. L. O.; PAVAN, M. A. A adsorção de zinco por alguns solos do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, n.3, p.253-256, 1987.

MAGGIOTO, S. R. **Estimativa da evapotranspiração de referência pelo uso da termometria ao infravermelho**. 1996. 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e corretivos**. 3. ed. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 1981.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Ceres. 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2ª ed. Piracicaba, Potafós. 1997. 319p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI. **Irrigação: princípios e métodos**. 3.ed. atualizada. Viçosa: Ed. UFV, 2009, 355p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. da; SILVA, W. L. C. Procedimento simplificado para o manejo de água em hortaliças irrigadas por aspersão. In: **TALLER INTERNACIONAL RED RIEGOS CYTED**, 2008, Florianópolis. Pôster...[Madri]: CYTED, 2008. Disponível em < http://ceer.isa.utl.pt/cyted/brasil2008/posters/poster_WMarouelli.pdf>. Acesso 03 abr 2014.

MARTINS, C. C.; dos REIS, E. F.; BUSATO, C.; PEZZOPANE, J. E. M. Crescimento inicial do café conilon (*Coffea canefora* Pierre ex Froehner) sob diferentes lâminas de irrigação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.14, n.3, p.193-201, 2006.

MATSUZAKI, R. T. **Quelatos de ferro afetam o crescimento e a produção de rúcula cultivada em sistema hidropônico**. 2013. 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MEDINA, H. P.; GROHMANN, F. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.25, n.6, 1966.

MEDRANO, H.; MAGDALENA, T.; MARTORELL, S.; ESCALONA, J. M.; POU, A.; FUNTES, S.; FLEXAS, J.; BOTA, J. Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions: A review. **Agronomy for sustainable development**, v.35, n.2, p.499-517, 2015.

MELAKERBAN, H.; XU, A.; KRAVCHENKO, A.; MENNAN, S.; RIGA, E. Potential use of arugula (*Eruca sativa* L.) as a trap crop for *Meloidogyne hapla*. **Nematology**, v.8, n. 5, p.793-799, 2006.

MELO, V. de F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva mineral do solo. In: MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds). **Química e mineralogia do solo: Parte I – conceitos básicos**. Viçosa:SBCS, p.251-332, 2009.

MENDES, W. C.; ALVES JUNIOR, J.; CUNHA, P. C. R. da; EVANGELISTA, A. W. P.; CASAROLI, D. Lixiviação de potássio em função de lâminas de irrigação em dois solos de texturas contrastantes. In: XI Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão, **Anais...**, 2014. Disponível em <http://eventos.ufg.br/SIEC/portaiproec/sites/site5801/site/artigos/09_seminario-doutorado/09_seminario-doutorado.pdf>. Acesso 20 mai 2015.

MORALES, M; JANICK, J. Arugula: A promising specialty leaf vegetable. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Eds.) **Trends in new crops and new uses**. ASHS Press, Alexandria, p. 418-423, 2002. Disponível em <<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-418.html>> . Acesso 05 abr 2014.

MOREIRA, L. G.; VIANA, T. V. de A.; MARINHO, A. B.; NOBRE; LIMA, A. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P. Efeitos de diferentes lâminas de irrigação na produtividade da mamoneira variedade IAC Guarani. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.4, p.449-455, 2009.

MOURA, K. K. C. F; BEZERRA NETO, F.; PONTES, F. S. T.; de LIMA, J. S. S.; MOURA, K. H. S. Avaliação econômica de rúcula sob diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.113-118, 2008.

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M. Disponibilidades hídricas do solo em planas de rúcula: produção e teor de água na planta. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais...**, Campo Grande, 2014. Disponível em <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/livro/R0292-3.pdf>>. Acesso 20 abr 2015. Acesso 20 abr 2015.

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M. Disponibilidades hídricas do solo no desenvolvimento de rúcula em ambiente protegido. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais...**, Campo Grande, 2014. Disponível em <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/livro/R0292-2.pdf>>. Acesso 20 abr 2015.

OLIVEIRA, S. G. **Alelopatia e potencialidade do consórcio entre rúcula e capim-cidreira**. 2014. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PALADA, M. C.; CROSSMAN, S. M. A. Evaluation of tropical leaf vegetables in the Virgin Islands. In: JANICK, J. (Ed.) **Perspectives on new crops and new uses**. ASHS Press, Alexandria, p. 388-393, 1999. Disponível em <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-388.html#brassicaceae>>. Acesso 05 abr 2014.

PIMPINI, F.; ENZO, M. **Present and future prospects for rocket cultivation in the Veneto region**. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. (eds.). **Rocket: an old Mediterranean**

crop for the world . Report of the II International Workshop on Rocket, 1996, Pádua, Italia. International Plant Genetic Resources Institute, Roma.

PORTO, R. A.; BONFIM-SILVA, E. M. B.; SOUZA, D. S. M.; CORDOVA; N. R. M.; POLYZEL, A. C.; da SILVA, T. J. A. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, Boa Vista, v.7, n,1, p.28-35, 2013.

PRAVUSCHI, P. R., MARQUES, P. A. M. ; RIGOLIN, B. H. M, SANTOS, A. C. P. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

PURQUERIO, L. F. V. **Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia-Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; BOAS, R. L. V. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.25, n.3, p.464-470, 2007.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônômico, 2001. 284p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

REICHARDT, K. A **Água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. São Paulo: Manole, 2012. 497p.

RODRIGUES, M. R. S; MELLO, F. A. F. Fatores que afetam a fixação de fosfato nos solos do Estado de São Paulo, **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.38, n.1, 1981.

SAHAB, F.; SOHER, A.; HATHOUT, A. S.; ZIEDAN, E. H.; SABRY, B. A. Application of some plant essential oils to control Fusarium isolates associated with freshly harvested maize in Egypt. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 17, n.6, 2014.

SALA, F. C.; ROSSI, F.; FABRI, E. G.; RONDINO, E.; MINAMI, K.; COSTA, C. P. Caracterização varietal da rúcula. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 22. 2004, Brasília. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_303.pdf>. Acesso 05 abr 2014.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**, 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais e aveias em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.65-70, 2003.

SANTOS, E. L. C.; COELHO, L. C.; CARVALHO, J. G.; FIGUEIREDO, M. A.; GARCIA, M. B.; MUNGUAMBE, J. F. Enriquecimento de Rúcula com Doses de Zinco em Cultivo Hidropônico e Teores de Micronutrientes. In: **FERTBIO**, 2012, Maceió. XXX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/235940951_Enriquecimento_de_Rcula_com_Doses_de_Zinco_em_Cultivo_Hidropnico_e_Teores_de_Micronutrientes>. Acesso 25 mai 2015.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.41, n.5, p.879-882, 2006.

SEMENTES FELTRIN. **Rúcula Apreciatta**. Disponível em <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/racula-apreciatta-folha-larga>>, Acesso 30 mai 2015.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; SOISA, C. C. M.; PEREIRA FILHO, J. V. P.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.57-64, 2011.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. B. Drought stress and plant nutrition. **Plant stress**, v.5. (Special Issue 1), p. 32-41, 2011.

SILVA, L. C.; RAO, T. V. R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.128-131, 2006.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. **Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos**. In: FARIA, M. A. (Coord.) Manejo de irrigação. Lavras: UFLA; SBEA, 1998. p.311-351.

SOPRANO, E.; ALVAREZ, V. H. Nutrientes lixiviados de colunas de solo tratadas com diferentes sais de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.1, p.25-29, 1989.

SOUZA, E. G. F. **Produtividade e rentabilidade de rúcula adubada com espécie espontânea, em duas épocas de cultivo**. 2014. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada.

SOUZA, E. G. F.; BARROS JUNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVERIA, L. M.; LEAL, Y. H.; ALVES, M. J. G. Rentabilidade da rúcula fertilizada com biomassa de flor-de-seda em função da época de cultivo. **Revista Caatinga**, v.28, n.1, p.65-77, 2015.

SOUZA, L. S. B de; MOURA, M. S. B de; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. da. Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p. 715-721, 2011.

SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v.7, n.2, p.154-161, 2013.

STONE, L. F. **Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 48 p. (Documentos. Embrapa Arroz e Feijão, 176)

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TASSI, É. M. M. **Caracterização química, atividade da lipoxigenase e biodisponibilidade de carotenóides da rúcula (*Eruca sativa*)**. 2001. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

THOMAZI, M. D.; MELLO, F. de A. F.; ARZOLLA, S. Fatores que contribuem para a fixação do fósforo em solos do município de Piracicaba. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.47, parte I, p.177-190, 1990.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO FILHO. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d'água. In: van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, Â. M. C. (Eds.) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2.Ed. rev. Atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC. 1997. P.168-169 (Boletim Técnico 100)

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Cultura da rúcula. **Boletim Técnico**, n.146, Campinas: IAC. 1992. 8p.

TRANI, P. E.; PASSOS, F.A. Rúcula (Pinchão). In: FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P.; PIZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T.; DE MARIA, I. C.; FURLANI, Â. M. C. (Ed.) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas:IAC, 1998, p.241-242. (Boletim, 200).

TRANI, P. E.; PURQUÉRIO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. **Calagem e adubação da alface, almeirão, agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula**. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/97.pdf>. Acesso 25 mai 2015.

VIVIAN, R., DOURADO-NETO, D., FILHO, R. V.; SILVA, A. A.; FRANCO, R. B.; CORREA, S. T. R. Interactions between soybean and weeds in a replacement series system, considering the effects of water stress. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 749-763, 2013.

YANIV, Z.; SCHAFFERMAN, D.; AMAR, Z. Tradition, uses and biodiversity of rocket (*Eruca sativa*, *Brassicaceae*) in Israel. **Economic Botany**, Nova Iorque, v. 52, n.4, p.394-400, 1998.

5. CAPÍTULO 2 – EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E PARÂMETROS NUTRICIONAIS DA CULTURA DA RÚCULA CV. FOLHA LARGA SUBMETIDA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO.

5.1 RESUMO –

O correto manejo da irrigação é de grande importância para que a produção de alimentos seja sustentável. A rúcula tem sido cultivada durante todo o ano, em inúmeras regiões do nosso país. Para completar seu ciclo, utiliza grande quantidade de água, fato que evidencia a necessidade de estudos relacionados com o fornecimento de água para a cultura. O objetivo deste trabalho foi estudar a cultura da rúcula em diferentes classes de textura de solo e diferentes porcentagens da capacidade de campo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, em Botucatu-SP, em ambiente protegido, coberto com PEBD (Poli Etileno de Baixa Densidade) de 150 micra e com laterais de clarite 50%. O clima da região é do tipo Cfa. Foram estudadas duas cultivares de rúcula. Foi utilizada a cultivar Folha Larga cujo transplante foi realizado em 10 de janeiro de 2015 e colhida em 21 de fevereiro de 2015. Para a execução do trabalho foram utilizadas três classes de solos que contemplam três classes de textura de solo: arenosa (Neossolo Quartzarênico alumínico - RQa), média (Latosolo Vermelho

distrófico - LVd) e argilosa (Latossolo Vermelho distroférico - LVdf). As avaliações foram realizadas nos dois ciclos de cultivo, sendo: pesagem diária dos vasos para a reposição da necessidade de água, os teores nutricionais da parte aérea, quantidade dos nutrientes acumulados na parte, matéria fresca e seca, e eficiência do uso da água. O delineamento experimental foi blocos casualizados: 3 classes de textura de solo, 4 porcentagens da capacidade de campo: 60, 80, 100 e 120% da CC (Capacidade de Campo) e 5 repetições, totalizando 60 vasos de 5 L da cor preta. A cultivar Folha Larga, em solo de classe textural argilosa e reposição a 80% da CC, apresenta maior EUA. Há maior produção de matéria fresca para solos de classe textural arenosa e média com reposição de 60 a 100% da CC e para solos de classe textural argilosa com reposição entre 80 e 100% da CC. Em solos arenosos há maior acúmulo de P na parte aérea, em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 80% da CC. As menores reposições de água proporcionam maior acúmulo de Zn na parte aérea, independentemente da classe de textura do solo.

Palavras-chave: *Eruca sativa*, classes texturais, capacidade de campo, teor de nutrientes, eficiência do uso da água.

WATER USE EFFICIENCY AND NUTRITIONAL PARAMETERS OF ARUGULA CROP (FOLHA LARGA) UNDER DIFFERENTS HIDRIC STRESS

5.2 ABSTRACT –

Proper irrigation management is of great importance for sustainable food production. The arugula plant has been cultivated throughout the year and in several regions of Brazil. To complete its cycle, it uses large amounts of water, a fact that highlights the need for studies related to the water supply to the culture. The objective of this work was to study the culture of the arugula plants in different textures soils: sandy, medium and clayey and different replacements of field capacity. The experiment was carried out at Fazenda Experimental Lageado - FCA/UNESP, at Botucatu-SP, in a green house. This green house is covered with LDPE 150 micra and with side of Clarite 50%. The climate is of the Cfa. The plants of cv. Folha Larga whose transplant was performed on January 10th/2015 and harvesting on February 21th/ 2015. For the execution of the work were used three soil classes that include three soil texture classes: sandy (Entisol), medium texture (Oxisol) and clay texture (Oxisol). The evaluations were performed in the two crop cycles, as follows: daily weighing vessel for the replacement of the need for water, the nutritional content of the shoot, as above methodology, amount of accumulated nutrients in part, fresh and dry weight, and efficiency water usage. The experimental design was: 3 classes of soil texture, 4 irrigation levels: 60, 80, 100 and 120% of FCC (Field Capacity) and 5 repetitions, totaling sixty 5 L buckets. Cultivar Folha Larga, in textural class clayey and replacement of 80% FC, shows highest WUE. There is increased production of fresh matter in textural class sandy and medium with replacement between 60 to 100% FC and in textural class clayey with replacement between 80 and 100% of FC. In textural class sandy there is highest accumulation of P in the shoot as compared to textural class clayey and medium, and for the replacement of 80% FC. Replacement up to 80% FC increased Zn in shoots, regardless of texture class soils.

Key words: *Eruca sativa*, textural classes, field capacity, nutrient content, water use efficiency.

5.3 INTRODUÇÃO

A cultura da rúcula tem sido cada vez mais procurada, pelos consumidores, de acordo com a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP) citada por Purquerio (2005) houve um acréscimo de 78% na quantidade de rúcula comercializada do ano de 1997 para 2003. Suas folhas comestíveis são caracterizadas por uma picância característica, sendo utilizadas em saladas e às vezes cozidas, os egípcios e romanos antigos consideravam as folhas como afrodisíacas (PALADA; CROSSMAN, 1999). A rúcula também é conhecida como arugula ou rocket em inglês, roquette em francês e rucola ou rughetta em italiano. A cultura da rúcula tem sido bastante procurada por consumidores que buscam uma alimentação mais saudável, embora não se tenha números exatos sobre área e plantio da cultura. Souza Neta (2013) ressalta que a cultura é plantada principalmente por pequenos e médios agricultores, todavia não cita números de área. O início da colheita ocorre aos 40-50 dias após a semeadura, quando esta é realizada de forma direta (FILGUEIRA, 2008). Suas folhas são ricas em vitaminas A e C, potássio, enxofre e ferro, tem efeito anti-inflamatório no intestino e desintoxicante para o organismo humano, consumida também no sul da Europa, no Egito e Sudão, na Índia, é cultivada em função da pungência e do conteúdo do óleo presentes em suas sementes (Trani; Passos, 1998). Tassi (2001) afirma que a biodisponibilidade de carotenoides presentes na rúcula não é baixa. Além do fornecimento nutricional para a alimentação humana, Filgueira (2008), também, cita o sabor picante e odor agradável das suas folhas. Sala et al. (2004) estimam que sejam cultivados 6000 ha ano⁻¹ com a cultura e 85% da produção estejam na região sudeste do Brasil. Segundo a CEAGESP (2013), citado por Matsuzaki (2013), a quantidade de rúcula comercializada no ano de 2011 foi de 1.884 toneladas, sendo 157.052 kg como média mensal. São poucos os trabalhos com a cultura da rúcula (PURQUERIO, 2005; MOURA et al., 2008; SOUZA, 2014; OLIVEIRA, 2014; SOUZA, 2015).

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, em Botucatu-SP, em ambiente protegido com dimensões de 7,0m e 28,0m (196 m²), coberto com PEBD de 150 micra e com laterais de clarite 50%.

A localização geográfica dessa área está definida pelas seguintes coordenadas: latitude 22°50'48''S, longitude 48°26'06'' W e altitude de 817,74 m (DSRA, 2014).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa: clima temperado quente úmido com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.501,4 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

No experimento foi utilizada a cultivar Folha Larga, sendo o transplante realizado em 10 de janeiro de 2015 e colheita realizada em 21 de fevereiro de 2015. Em todos os vasos foram transplantadas três células da bandeja que continham as mudas de rúcula, da maneira, como são comercializadas as mudas de rúcula. A cultivar Folha larga possui como características a possibilidade de ser cultivada o ano todo, ciclo de 45 a 65 dias, folhas lisas e cor verde escura, fácil rebrota e também ser indicada para a produção do tipo baby leaf (ISLA, 2015).

Os dados de temperatura máxima e mínima, assim como da umidade relativa máxima e mínima se encontram nas figuras abaixo, sendo a temperatura máxima média do período igual a 41,2°C, a temperatura mínima média, 20,0°C, a média da umidade relativa do ar máxima, 59% e a média da umidade relativa mínima, 12%. A maior temperatura registrada foi 48,2°C, a maior umidade relativa do ar, 86%, a menor temperatura 12,0°C e o menor valor para umidade relativa do ar, 10% (Figuras 3 e 4).

A diferenciação da reposição de água ocorreu 10 dias após o transplante. A reposição de água foi baseada nas porcentagens da capacidade de campo de cada vaso, ou seja: 60, 80, 100 e 120% da CC (Capacidade de Campo). A capacidade de campo foi determinada após o preenchimento dos vasos com solo seco, com a saturação de água dos vasos, e posterior drenagem dos mesmos. Ao término da drenagem houve a determinação da massa total (vaso + solo). A frequência de irrigação, com a devida reposição de água foi diária. Foi utilizado o método das pesagens, em cada vaso.

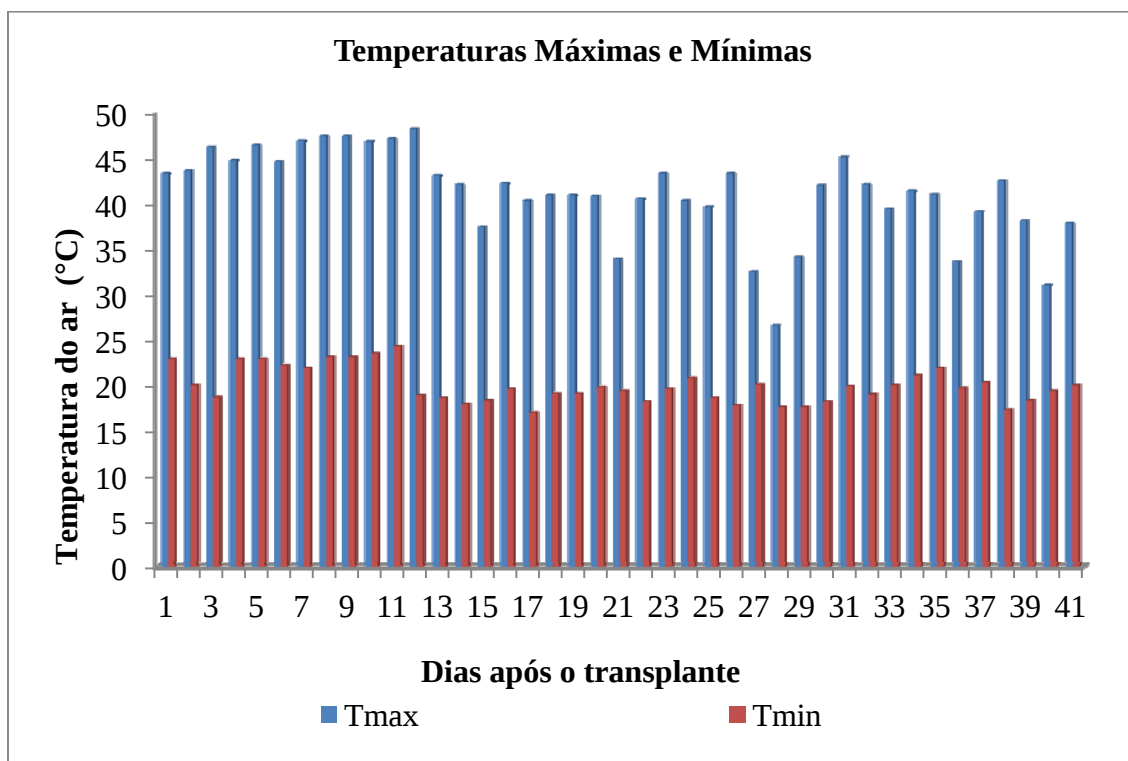


Figura 1 - Temperatura máxima e mínima (°C) ocorridas durante o experimento.

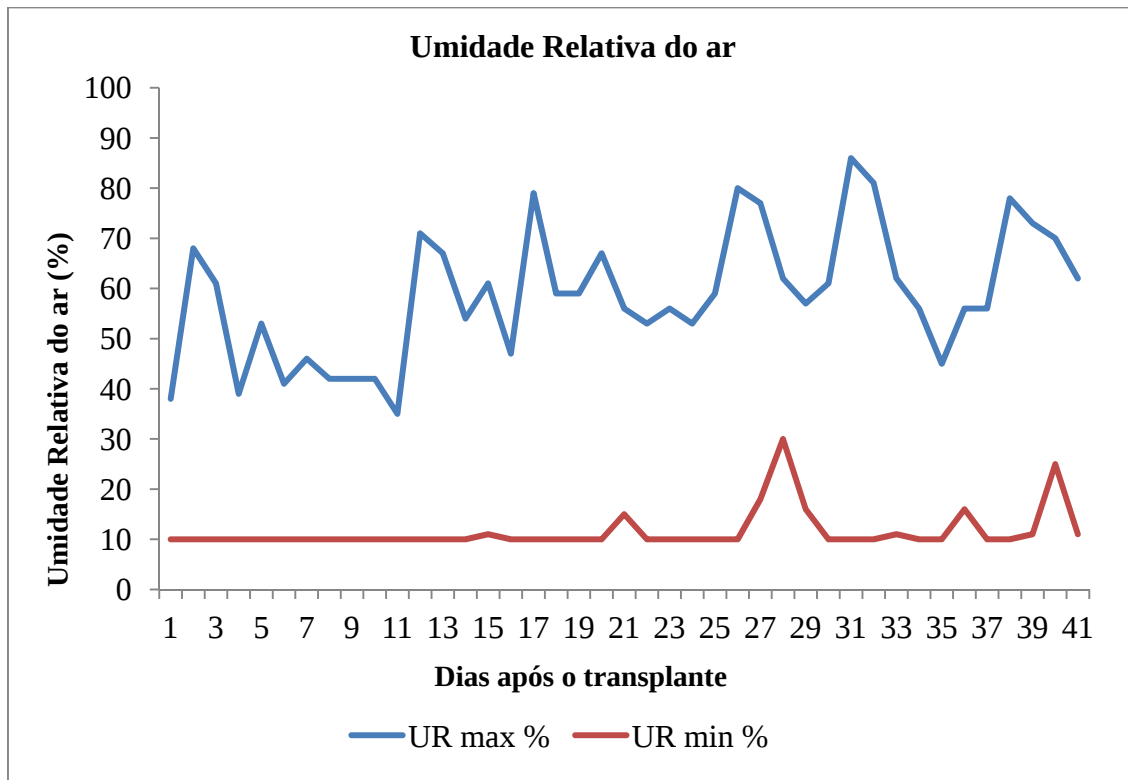


Figura 2 – Umidade relativa do ar, máxima e mínima, ocorridas durante o experimento.

Para a execução do trabalho foram utilizados três tipos de solos que contemplam três classes de textura de solo: arenosa (Neossolo Quartzarênico aluminico - RQa), média (Latosolo Vermelho distrófico - LVd) e argilosa (Latosolo Vermelho distroférico - LVdf), conforme consta das tabelas 1 e 2. Para a determinação dos teores de areia, argila, silte, das densidades de partículas e do solo (tabela 1) e para os dados de retenção de água (tabela 2) abaixo relacionados, foram utilizadas três amostras, portanto, os valores abaixo são a média destas. Os vasos foram preenchidos com 5,1 kg de solo de textura arenosa, 4,9 kg de solo de textura média e, 4,7 kg de solo de textura argilosa.

Tabela 17 – Caracterização da granulometria, classe de textura e densidade do solo e das partículas dos solos Neossolo Quartzarênico aluminico, Latossolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho distroférico.

Solo	Areia			Argila	Silte	Dp	Ds
	Grossa	Fina	Total				
	----- g kg ⁻¹ -----						
RQa	252	689	941	58	2	2,58	1,54
LVd	259	257	516	313	56	2,76	1,22
LVdf	161	372	533	443	139	2,60	1,31

Dp: densidade das partículas; Ds: densidade do solo. RQa: Neossolo Quartzarênico aluminico; LVd: Latossolo Vermelho distrófico; LVdf: Latossolo Vermelho distroférico.

Tabela 18 – Caracterização da retenção de água dos solos Neossolo Quartzarênico aluminico, Latossolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho distroférico.

Solo	Água Retida (dm ³ dm ⁻³)							
	Tensão (MPa)							
	Saturado	0,003	0,006	0,01	0,03	0,1	0,5	1,5
RQa	0,32	0,27	0,24	0,14	0,13	0,06	0,05	0,04
LVd	0,41	0,35	0,32	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14
LVdf	0,42	0,38	0,37	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27

RQa: Neossolo Quartzarênico aluminico; LVd: Latossolo Vermelho distrófico; LVdf: Latossolo Vermelho distroférico.

Tabela 19 – Soma da reposição de água, expressa em L vaso⁻¹, em função da textura do solo e da capacidade de retenção de água pelo solo.

CT \ Água Aplicada	60%	80%	100%	120%
Arenosa	6,8	7,1	7,8	10,1
Média	7,4	8,5	9,4	12,0
Argilosa	8,1	9,9	10,5	13,4

Água Aplicada: Água aplicada relativa à porcentagem da capacidade de retenção de água pelo solo; CT: classe textural.

Com relação à adubação, para a correção dos teores de potássio, foi aplicado KCl para elevar os teores de K no solo para 3 mmol de K dm⁻³. Para o fósforo, aplicou-se 50% na forma de superfosfato simples e 50% na forma de Yoorin Master 1 Si, 200 mg de P dm⁻³, recomendação de Villas Boas*. Os teores do fertilizante Yoorin Master 1 Si, são 16,0% de P₂O₅, em ácido cítrico, Ca: 18%, Mg: 7%, B: 0,10%, Cu: 0,05%, Mn: 0,30%, Si:10% e Zn: 0,55%. A adubação nitrogenada consistiu na aplicação de nitrato de cálcio, o que totalizou 600 mg de N vaso⁻¹.

Para garantir um bom desenvolvimento da cultura, elevou-se a saturação de bases (V%) para 80%, valor recomendado por Trani et al. (1997) sendo que a aplicação de fósforo e calcário foi realizada 30 dias antes do transplante das mudas do primeiro experimento, capítulo 1. Na tabela 4 constam os dados da caracterização química dos solos utilizados para fins de fertilidade e adubação.

As análises químicas dos solos foram efetuadas de acordo com a metodologia de Raij et al (2001) e as de plantas, de acordo com Malavolta et al. (1997). As caracterizações físicas dos solos foram feitas de acordo com a metodologia de EMBRAPA (1997).

5.4.2 Variáveis Analisadas

As avaliações realizadas consistiram de pesagem diária dos vasos para a reposição da necessidade de água, determinação dos teores nutricionais da parte aérea, dos nutrientes acumulados na parte aérea, da matéria fresca e seca da parte aérea, e eficiência do uso da água.

A quantificação da quantidade dos nutrientes acumulados na parte aérea foi obtida pela multiplicação do teor do nutriente na parte aérea e a quantidade de massa seca de cada vaso, a determinação da massa fresca foi realizada logo em seguida do corte da parte aérea, ou seja, no momento da colheita. A determinação da massa seca foi feita, após o material vegetal permanecer 48 h em estufa.

A eficiência do uso da água foi calculada a partir da divisão do total de massa fresca pela soma de reposição da água de cada vaso, sendo os resultados expressos em g L⁻¹.

* VILLAS BOAS, R.L. (Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Câmpus de Botucatu). Comunicação pessoal, 2014.

Tabela 1 – Caracterização química dos solos para fins de fertilidade.

solo	%CC	pH	M.O. g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	H+Al -----	K mmol _c dm ⁻³	Ca -----	Mg -----
Are	60	7,0	9,7	84	8	1,7	28	7
Are	80	6,9	8,6	87	8	1,7	27	7
Are	100	6,8	9,5	85	9	1,6	28	8
Are	120	6,5	9,3	79	9	1,7	25	6
Me	60	6,2	18,5	55	17	1,7	27	12
Me	80	6,2	17,2	60	17	1,7	27	12
Me	100	6,1	17,0	51	17	1,7	28	11
Me	120	6,0	17,1	56	18	1,6	29	11
Arg	60	6,5	21,6	49	15	1,6	27	16
Arg	80	6,5	19,8	53	15	1,6	28	16
Arg	100	6,4	21,4	58	15	1,7	27	17
Arg	120	6,4	20,5	52	16	1,7	28	16

SB -- mmol _c dm ⁻³ --	CTC	V %	S -----	B -----	Cu mg dm ⁻³	Fe -----	Mn -----	Zn -----
37	46	81	34	0,16	0,4	21	3,4	2,1
36	45	81	25	0,14	0,4	22	2,6	2,1
37	46	80	21	0,15	0,4	22	3,0	2,1
33	42	78	6	0,13	0,4	24	3,6	2,2
41	58	71	25	0,24	0,5	16	1,3	2,7
41	58	70	27	0,23	0,4	16	1,4	2,9
41	58	70	29	0,25	0,4	15	1,3	2,8
41	59	70	4	0,21	0,5	18	1,5	2,7
45	60	74	28	0,23	4,1	9	18,2	2,5
45	60	75	18	0,22	3,9	9	16,3	2,6
45	60	75	95	0,27	3,8	9	15,4	2,6
46	62	74	5	0,28	4,1	10	16,9	2,5

5.4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, na forma de 3 x 4 x 5, ou seja: 3 classes de textura de solo, 4 porcentagens da capacidade de campo: 60, 80, 100 e 120% e 5 repetições, totalizando 60 vasos da cor preta de 5 L.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises estatísticas e de regressão, utilizando-se o programa MINITAB®, e os gráficos plotados com auxílio do programa computacional Origin. Quando existiram diferenças significativas pelo teste F, ($p < 0,05$) aplicou-se o teste Tukey de comparação de médias, a 5% de probabilidade. Quando houve a necessidade efetuou-se a análise de regressão.

5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Teores nutricionais da parte aérea

Os resultados dos teores nutricionais, os valores dos teores foliares estão descritos a seguir. Os teores nutricionais dos macronutrientes são apresentados na tabela 6, os desdobramentos das interações, quando estas foram significativas, estão descritas na tabela 7. Já para os teores nutricionais de micronutrientes, estão contidos na tabela 8, e o desdobramento das interações de Mn e Zn, estão descritos na tabela 9.

Pode-se notar que houve interação entre os fatores estudados para os teores foliares, dos seguintes macronutrientes: N, P, K e S (tabela 7).

Considerando-se as classes texturais, nota-se que houve diferença para os teores de Ca e Mg. Pode-se perceber que os teores de Ca, obtidos para a classe textural arenosa, foram maiores e diferentes das classes texturais média e argilosa que não mostraram diferença entre si. Os teores de Mg foliar, para a classe textural argilosa, foram maiores e diferentes das demais classes texturais.

Em relação às diferentes % da CC, percebe-se que para os teores de Ca foliar, o maior valor foi observado no tratamento de 100% da CC. Os valores das demais quantidades de água aplicadas não diferiram entre si. Entretanto, em relação aos teores de Mg foliar, observa-se que a maior quantidade de água aplicada resultou em menor valor deste nutriente, enquanto que as demais quantidades de água aplicadas não se diferiram entre si.

Em relação aos desdobramentos, nota-se que os teores de N foliar, quando oriundos da classe textural arenosa, e das menores quantidades de água aplicadas (60 e 80% da CC) foram maiores que os das demais classes texturais, média e

argilosa. Quando se observa as diferentes classes texturais, porém com 100% da CC, percebe-se que o valor maior é oriundo da classe textural arenosa, que é diferente das demais, o menor valor oriundo da classe textural argilosa, e o valor intermediário oriundo da classe de textura medida, que é igual estatisticamente aos demais. O que pode explicar o menor teor de N na parte aérea é a diluição (MALAVOLTA et al., 1997). Quando se observa, somente os valores da classe textural arenosa, nota-se que a maior quantidade de água aplicada resultou em menores valores de N foliar, enquanto os demais tratamentos não se diferiram entre si. Já para as demais classes texturais, as diferentes quantidades de água aplicadas não se diferiram entre si. Cameron et al. (2013), em um trabalho de revisão, afirmam que devido à fraca estrutura dos solos arenosos, quando comparados com os argilosos, o movimento da água mais lento em argilosos e o maior potencial de desnitrificação dos solos argilosos, resultam em maiores perdas de NO_3^- em solos arenosos do que em argilosos. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de N na parte aérea de 43 a 45 g kg^{-1} , em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores estes maiores do que os encontrados no presente trabalho. Já Barros Junior (2008), estudando doses de N, encontrou valores de 31,79 g kg^{-1} sem adubação e 48,11 g kg^{-1} com a dose máxima de N. Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, relatam valores foliares de N na faixa de 40 a 50 g kg^{-1} , teores acima dos encontrados neste trabalho. Os valores encontrados, menores do que os observados pelos autores, podem ter sido a ausência de adubação orgânica. A matéria orgânica por ser capaz de aumentar a retenção de água (SEVERINO et al., 2006) no solo não foi adicionada para que não houvesse perturbações e erros nos tratamentos. Entretanto, a matéria orgânica também pode ser fonte de nutrientes.

Tabela 2 – Valores médios teores foliares de macronutrientes, em g kg^{-1} , cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.

	N	P	K	Ca	Mg	S
CT						
Are	19	5	22	30 A	7 C	9
Me	16	2	20	25 B	7 B	8
Arg	15	3	18	26 B	9 A	10
f	20,78**	126,71**	5,89 ^{ns}	17,21**	35,92**	11,01**
% CC						
60	18	4	22	26 b	8 a	10

80	17	4	22	27 b	8 a	10
100	17	4	21	30 a	8 a	10
120	15	3	16	25 b	6 b	7
f	6,99**	4,24*	9,77**	6,98**	17,40**	22,58**
f int.	2,61*	5,91**	2,36*	1,17 ^{ns}	0,87 ^{ns}	2,79*
CV (%)	11,96	18,45	17,14	11,85	10,84	12,44

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Em relação aos teores de P foliar, Thomazi et al. (1990) concluíram que quanto maior os teores de argila maior é a capacidade de fixação do nutriente P no solo, o que de um lado ajuda, uma vez que limita a lixiviação, pode, por vezes atrapalhar a absorção pelas raízes. Pode-se observar que os teores de P foliar, foram sempre superiores às demais classes texturais, resultado que concorda com os autores supracitados. Em relação às diferentes quantidades de água aplicadas, observa-se que os resultados obtidos para as classes texturais média e argilosa, não diferiram entre si, entretanto, quando se analisa as diferentes quantidades de água, para a classe textural arenosa, observa-se que o maior valor é oriundo de 80% da CC, maior e diferente dos demais, em seguida, 60 e 100% da CC, sendo iguais numericamente e estatisticamente e, o menor valor observado para 120% da CC. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de P na parte aérea de 8,9 a 9,6 g kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores estes maiores do que os encontrados no presente trabalho (Tabela 6). Cavarianni et al. (2008), em um trabalho com rúcula, com 3 níveis de N em solução nutritiva e 3 cultivares, encontraram teores de P foliar na faixa de 3,4 a 4,1 g kg⁻¹. Entretanto, Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, encontrou teores de teores foliares de fósforo na faixa de 3 a 8 g kg⁻¹, valores próximos aos obtidos no presente trabalho.

Os teores foliares de K resultaram em valores iguais estatisticamente, independente da classe textural, quando se aplicou a menor quantidade de água e a maior quantidade de água, 60 e 120% da CC. Quando se aumentou a quantidade de água, 80% da CC, obteve-se maior valor para a classe textural arenosa, e o menor para a classe textural argilosa, sendo o valor intermediário da classe textural média, que foi igual estatisticamente às outras classes texturais. Para a quantidade de água aplicada de 100% da CC, não houve diferença estatística para os resultados da classe textural arenosa e média, sendo o valor da classe textural argilosa, menor e

diferente dos demais. Quando se analisa a classe textural arenosa, nota-se que os maiores valores foram obtidos para as quantidades de água aplicadas de 60 a 100% da CC, sendo estes iguais entre si, a maior quantidade de água aplicada 120% da CC resultou em menor valor de K foliar. Com relação aos resultados de K foliar observados para a classe textural média, nota-se que a quantidade de água aplicada de 100% da CC, resultou em valor maior, enquanto que a quantidade de 120% da CC, resultou em valor menor e diferente da maior (100% da CC). Para as quantidades relativas a 60 e 80% da CC não foram observadas diferenças estatísticas em relação aos demais valores. Mendes et al. (2014), em um estudo com lâminas de 100, 150 e 200% da CC, observaram que quanto maior a lâmina maior a lixiviação de K, o que também pode ser inferido neste trabalho, uma vez que quanto maior a lâmina aplicada menor foi o teor do nutriente na parte aérea. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de potássio na parte aérea de 66 a 69 g kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores estes maiores do que os encontrados no presente trabalho (tabela 6). Já Cavarianni et al. (2008) encontraram teores foliares de potássio entre 43,3 a 54,9 g kg⁻¹, também maiores aos do presente trabalho. Trani et al. (2014), relatando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram teores de 30 a 70 g kg⁻¹, valores maiores dos que os obtidos no presente trabalho.

Em relação aos teores de S foliar, nota-se que, independente da classe textural, os resultados da quantidade de água aplicada, 60 e 100% da CC, não se diferiram entre si. Já para 80% da CC, o menor valor de S foliar, foi obtido para a classe de textura média, sendo diferente dos demais, já os valores obtidos nas classes texturais arenosa e argilosa, foram maiores e estatisticamente iguais entre si. Para a maior quantidade de água aplicada, 120 % da CC, os valores oriundos das classes texturais arenosa e média, não se diferenciaram, entretanto, foram menores ao obtido na classe textural argilosa. Observando-se os valores encontrados para a classe textural arenosa, pode-se notar que somente o resultado obtido para a maior quantidade de água aplicada foi diferente e menor do que os demais. Comportamento semelhante foi observado para a classe de textura média. Já para a classe textural argilosa, o maior valor foi obtido para a quantidade de água aplicada equivalente a 100% da CC, o menor para a maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, e os valores intermediários para as quantidades de água aplicada de 60 e 80% da CC, que foram semelhantes aos valores extremos.

Com relação aos micronutrientes houve interação entre os fatores de variação, para os nutrientes Mn e Zn. Houve diferença estatística entre as classes texturais para os micronutrientes B, Cu e Fe, enquanto que para as diferentes quantidades de água aplicadas houve diferença significativa para o Fe. Pode-se notar que para os micronutrientes B e Cu, não houve diferença significativa para o fator de variação: quantidade de água aplicada. Em relação ao B foliar, observa-se que os valores da classe textural arenosa e média não diferiram estatisticamente entre si e foram maiores ao valor da classe de textura argilosa, o que permite inferir que também pode ter ocorrido o efeito da diluição (MALAVOLTA et al., 1997). Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de B, na parte aérea, valores de 50 a 53 mg kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores menores aos obtidos neste trabalho, para as classes texturais arenosa e média e maiores ao da classe de textura argilosa (tabela 8). Já Santos et al. (2012), em solução nutritiva, em diferentes concentrações de Zn, encontraram valores de teor foliar de B entre 48 a 60 mg kg⁻¹. Os valores obtidos para as classes arenosa e média, estão nesse intervalo, enquanto que os observados para a classe de textura argilosa são menores do que os citados pelos autores. Trani et al. (2014), relatando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram teores de 25 a 60 mg kg⁻¹, faixa em que se encontram os valores obtidos no presente trabalho.

Tabela 3 – Valores médios dos teores foliares de macronutrientes, em g kg⁻¹, cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	N	P	K	S
Are	60	22 A a	5 A b	25 A a	10 A a
	80	20 A a	7 A a	25 A a	11 A a
	100	19 A a	5 A b	23 A a	10 A a
	120	15 A b	4 A c	15 A b	6 B b
Me	60	16 B a	3 B a	20 A ab	9 A a
	80	16 B a	2 B a	21 AB ab	8 B a
	100	16 AB a	2 C a	22 A a	9 A a
	120	15 A a	2 C a	16 A b	6 B b
Arg	60	16 B a	3 B a	20 A a	9 A ab
	80	14 B a	3 B a	19 B a	10 A ab
	100	16 B a	3 B a	17 B a	11 A a
	120	15 A a	3 B a	17 A a	9 A b

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

Os teores foliares de Cu (tabela 8) não se mostraram diferentes quando se compara as classes texturais arenosa e média, sendo esses menores aos obtidos para a classe textural argilosa. Não houve diferença significativa entre as quantidades de água aplicada. Santos et al. (2012), em solução nutritiva, em diferentes concentrações de Zn, encontraram valores de teor foliar de Cu de $2,85 \text{ mg kg}^{-1}$, valores menores aos obtidos no trabalho. Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram teores na faixa de 05 a 20 mg kg^{-1} , estando os valores deste trabalho nessa faixa relatada pelo autores supracitados.

Em relação aos teores de Fe foliar, nota-se que o resultado obtido para a classe textural arenosa, foi menor que o das demais classes, que não diferiram entre si. Nota-se, também, que a maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, resultou em valor maior e diferente estatisticamente das demais. Purquerio (2005), estudando a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de Fe na parte aérea de 893 a 961 mg kg^{-1} , em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores menores aos obtidos neste trabalho, exceto para os resultados encontrados para a classe textural arenosa (Tabela 8). Já, Santos et al. (2012), trabalhando com solução nutritiva, em diferentes concentrações de Zn, encontraram teores foliares de Fe na faixa de 60 a 81 mg kg^{-1} , valores menores aos deste trabalho. Trani et al. (2014), citando valores obtidos na Nova Zelândia, encontraram valores de ferro em tecidos foliares de 100 a 300 mg kg^{-1} , menores do que os observados no presente trabalho.

Tabela 4 – Valores de teores foliar de micronutrientes, em mg kg^{-1} , cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.

	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CT					
Are	57 A	7 B	940 B	55	42
Me	59 A	7 B	2291 A	56	38
Arg	45 B	12 A	2664 A	96	49
f	24,40 ^{**}	42,26 ^{**}	47,36 ^{**}	68,86 ^{**}	22,04 ^{**}
%CC					
60	51 a	9 a	1453 a	72	48
80	54 a	9 a	1706 a	65	49
100	54 a	9 a	1888 a	66	41
120	56 a	9 a	2815 b	72	34
f	1,17 ^{ns}	0,06 ^{ns}	15,22 ^{**}	1,40 ^{ns}	22,29 ^{**}
f int.	1,29 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,46 ^{ns}	6,27 ^{**}	4,07 ^{**}
CV (%)	13,19	21,06	29,98	18,44	13,05

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Em relação aos teores foliares de Mn (tabela 9) houve diferença significativa quando se aplicou a menor quantidade de água, 60% da CC. Os teores aumentaram da classe textural arenosa para a média e para a argilosa. Já, os teores de Mn foliar relativos a 80 e 100% da CC, para as classes texturas arenosa e média não se diferiram entre si e foram menores ao da classe textural argilosa. Em relação à 120% da CC, os teores foram crescentes da classe textura para a argilosa. Em relação à classe textural arenosa, a maior quantidade de água aplicada, 120 % da CC, resultou em valor maior que os demais, e, as menores quantidades de água, 60 e 80% da CC, em menores valores foliares de Mn. Para 100% da CC, não houve diferença estatística em relação aos demais tratamentos. Os resultados obtidos para a classe textural média, mostram que a menor quantidade de água aplicada, 60% da CC, resultou em maiores valores, e as maiores quantidades de água, 100 e 120% da CC, em menores valores de Mn foliar. Já para a aplicação de 80% da CC, não resultou em diferença em relação aos demais tratamentos. Pode-se observar que para os valores de Mn foliar da classe textural argilosa não houve diferença quando se aplicou as diferentes quantidades de água. Purquerio (2005), em um estudo com a cultura da rúcula em diferentes espaçamentos, encontrou teores de Mn, na parte aérea, de 131 a 168 mg kg⁻¹, em ambiente protegido, em solo arenoso, no verão, valores maiores aos obtidos neste trabalho (tabela 9). Já Santos et al. (2012), comparando diferentes concentrações de Zn, em solução nutritiva, encontraram valores para o teor foliar de Mn de 174,81 mg kg⁻¹, portanto, valores maiores aos encontrados no presente trabalho. Trani et al. (2014), citando resultados obtidos na Nova Zelândia, obtiveram valores de Mn em tecidos foliares de 50 a 160 mg kg⁻¹, sendo esses valores encontrados neste presente trabalho, próximos ou dentro dessa faixa.

Os valores dos teores foliares de Zn, na menor quantidade de água aplicada, 60% da CC, não se diferenciaram entre as 3 classes texturais, entretanto, quando se aplicou 80 e 100% da CC, nota-se, que as classes texturais arenosa e argilosa não se diferenciaram entre si e resultaram em valores superiores ao da classe textural média, os resultados da maior quantidade de água, 120% da CC, mostram que o maior valor é oriundo da classe textural, e o menor da classe textural média, sendo o valor da classe arenosa intermediário e igual aos demais. Em relação à classe textural arenosa, o maior valor foi obtido na quantidade de água relativa à 80% da CC, o menor valor foi

oriundo da 120% da CC, sendo os intermediários e semelhantes aos demais, 60 e 100% da CC. Já os resultados oriundos da classe textural média, revelam que o valor maior e diferentes dos demais foi oriundo da 60% da CC, o menor oriundo da 120% da CC, o valor relativo a 80% da CC, foi em segundo e igual estatisticamente a 100% da CC, sendo o último também igual estatisticamente a 120% da CC. Os valores da classe textural, revelam que o maior valor foi obtido em 80% da CC, pode-se observar que os menores são oriundos da 100 e 120% da CC, nota-se também que os resultados da 60% da CC não diferiram estatisticamente dos demais. Santos et al. (2012), em solução nutritiva, em diferentes concentrações de Zn, encontraram valores de teor foliar de Zn entre 10 a 15 g kg⁻¹, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. Trani et al. (2014), que citando valores obtidos na Nova Zelândia, relatam teores de Zn em tecido foliares, na faixa de 45 a 80 mg kg⁻¹. No presente trabalho obteve-se para os solos estudados valores dentro da faixa citada pelos autores.

Tabela 5 – Valores médios dos teores foliares de Mn e Zn, em mg kg⁻¹, cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	Mn	Zn
Are	60	42 C b	43 A ab
	80	42 B b	50 A a
	100	58 B ab	42 A ab
	120	76 A a	35 AB b
Me	60	74 B a	51 A a
	80	54 B ab	39 B b
	100	44 B b	33 B bc
	120	50 B b	28 B c
Arg	60	99 A a	50 A ab
	80	99 A a	59 A a
	100	95 A a	48 A b
	120	90 A a	41 A b

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

5.5.2 Aspectos Produtivos

Os resultados de matéria fresca e matéria seca da parte aérea estão contidos na tabela 10, já na tabela 11 estão os valores médios do desdobramento da interação da matéria fresca.

Pode-se notar que os resultados de matéria seca, seguem a ordem crescente da classe arenosa para a argilosa, com diferença estatística. Em relação às quantidades de água aplicada, observa-se que os maiores valores são oriundos da aplicação de água a 60 e 80% da CC, e o menor oriundo a 120% da CC. O resultado obtido para 100% da CC não se diferenciou dos demais. Purquerio (2005) relata resultados de 2,8 a 3,7 g por conjunto de 4 plantas, valores maiores aos encontrados neste trabalho. Já Cavarianni et al. (2008), trabalhando com rúcula, com 3 níveis de nitrogênio em solução nutritiva e 3 cultivares, encontraram para a espécie *Eruca sativa*, valores de 14,76 a 16,88 g por planta, cultivares Folha Larga e Cultivada respectivamente, valores também maiores aos encontrados neste trabalho. Nunes et al. (2014), estudando a cultura da rúcula, em vasos contendo amostras de Latossolo Vermelho, de textura argilosa (367 g kg⁻¹ de argila), obtiveram 12,96 g vaso⁻¹ em 76,56% da capacidade de retenção de água pelo solo, valores maiores ao presente trabalho.

Tabela 6 – Valores médios da quantidade de matéria fresca e matéria seca da parte aérea, em g vaso⁻¹, cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.

	Matéria Fresca – g vaso ⁻¹	Matéria Seca – g vaso ⁻¹
CT		
Are	25,84	3,61 C
Me	29,51	4,81 B
Arg	44,93	7,07 A
f	75,81**	89,89**
%CC		
60	34,47	5,24 a
80	38,18	5,67 a
100	33,63	4,98 ab
120	27,44	4,27 b
f	15,11**	7,18**
f int.	2,74*	1,19 ^{ns}
CV (%)	16,33	16,91

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Em relação aos valores de matéria fresca, pode-se notar que os resultados obtidos para as classes texturais arenosa e média foram maiores para as quantidades de água aplicadas de 60, 80 e 100% da CC, enquanto que para a classe textural argilosa os maiores valores correspondem a 80 e 100% da CC. Para a classe textural arenosa observou-se resultados semelhantes para a aplicação de água 60, 80 e 100% da CC, bem como para a aplicação de 100 e 120% da CC. Para a classe textural média a aplicação de água a 120% da CC resultou em menores valores em comparação aos demais quantidades de água aplicada.

Para as três classes texturais houve diminuição nos valores de matéria fresca para a aplicação de 120% da CC. Comparando-se os resultados entre as classes de textura, os maiores valores foram observados para a classe argilosa e os menores para as classes arenosa e média. Para a classe textural argilosa os menores valores correspondem a aplicação a 60 e 120% da CC. Purquerio (2005) relata resultados de 2,8 a 3,7 g por conjunto de 4 plantas, valores menores aos encontrados neste trabalho. Já Cavarianni et al. (2008), trabalhando com rúcula, com 3 níveis de N em solução nutritiva e 3 cultivares, encontraram para a espécie *Eruca sativa*, valores de 14,76 a 16,88 g por planta, cultivares Folha Larga e Cultivada respectivamente, valores maiores aos encontrados neste trabalho. Nunes et al. (2014), estudando a cultura da rúcula, em vasos contendo amostras de Latossolo Vermelho, de textura argilosa (367 g kg⁻¹ de argila), obtiveram 12,96 g vaso⁻¹ em 76,56% da capacidade de retenção de água pelo solo, valores maiores ao presente trabalho.

Tabela 7 - Valores médios de matéria fresca, em g vaso⁻¹, cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	Matéria Fresca
Are	60	29,70 B a
	80	30,21 B a
	100	23,87 B ab
	120	19,57 B b
Me	60	33,22 AB a
	80	33,76 B a
	100	28,15 B a
	120	16,78 B b
Arg	60	40,49 A b
	80	50,57 A a

100	48,86 A ab
120	39,82 A b

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

5.5.3 Quantidade acumulada de nutrientes

As quantidades dos macronutrientes acumulados são apresentados na tabela 12 e os desdobramentos das interações, quando foram significativas, estão na tabela 13. Os teores nutricionais de micronutrientes estão na tabela 14 e o desdobramento das interações de Mn e Zn na tabela 15.

Pode-se notar que houve interação entre os fatores estudados para as quantidades de macronutrientes acumuladas: P, K, Mg e S.

Os resultados mostram que a classe textural argilosa acumulou mais N na parte aérea enquanto e as outras duas classes não se diferenciaram. Quanto maior o teor de argila em um solo menor é o potencial de lixiviação de NO_3^- , o que pode ter favorecido o acúmulo desse nutriente. Além desse fator, um solo mais rico em argila é capaz de “proteger” a matéria orgânica de sua degradação tanto por microrganismos como pelas intempéries. É possível notar que não houve diferença significativa entre as quantidades de água aplicadas de 60 a 100% da CC, entretanto, quando se aplicou além da capacidade de retenção, 120% da capacidade de campo, os teores foram menores e diferentes dos demais, o que sugere que houve a lixiviação do nutriente. Purquerio (2005), em cultivo protegido, encontrou valores para o acúmulo de N, em conjunto de 4 plantas, de 111,3 a 142,3 g, valores maiores aos encontrados no presente trabalho.

A quantidade de Ca acumulada mostra que as plantas de rúcula cultivadas em solo de classe textural arenosa apresentaram valores maiores e diferentes das demais classes, que não diferiram estatisticamente entre si (classes texturais média e argilosa). Já em relação à disponibilidade hídrica, a quantidade de água aplicada relativa a 100% da CC foi maior às demais, que mostraram-se iguais estaticamente. Melo et al. (2009), em trabalho de revisão, afirmam que o Ca fica retido pelo complexo de troca (CTC), o que pode explicar a razão pela qual a quantidade de Ca acumulada na parte aérea foi maior em solo de textura arenosa. Purquerio (2005) encontrou valores de 69,8 a 82,2 mg por conjunto de 4 plantas, valores considerados superiores aos encontrados no presente trabalho.

No tocante a quantidade de Mg acumulado na parte aérea, é possível observar que quando se analisa os valores em função das quantidades de água aplicadas, a maior quantidade (120% da CC) resultou em menores quantidades do nutriente, indicando uma possível lixiviação do nutriente. Soprano et al. (1989), em um estudo de lixiviação, concluíram que a lixiviação de Mg é maior do que a de Ca, sendo mais intensa quando se utiliza cloreto, intermediária quando se utiliza sulfato e menor com o uso de carbonato. As adubações de cobertura do presente trabalho foram realizadas com nitrato de cálcio o que pode explicar a lixiviação maior de Mg para a maior quantidade de água aplicada, o que torna esse nutriente menos disponível para a cultura. Nota-se também, que quanto maior o teor de argila, maiores foram os valores da quantidade de Mg acumulado na parte aérea, podendo-se inferir que esse comportamento foi devido a maior retenção de água em solos de textura argilosa. Purquerio (2005), em cultivo protegido, encontrou valores para o acúmulo de Mg, em conjunto de 4 plantas, de 13,5 a 15,8 g de Mg, valores que podem ser considerados maiores ao presente trabalho.

Tabela 8 – Quantidade de macronutrientes acumulados na parte aérea, em g vaso⁻¹, cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.

	QN	QP	QK	QCa	QMg	QS
CT						
Are	68 B	20	81	112 A	24 C	34
Me	70 B	8	73	91 B	27 B	30
Arg	109 A	11	67	96 B	32 A	36
f	61,13 **	155,44 **	5,84 **	17,19 **	34,58 **	11,17 **
%CC						
60	92 a	13	80	95 b	29 a	35
80	91 a	14	80	100 b	29 a	36
100	83 a	13	77	112 a	29 a	37
120	63 b	11	58	94 b	23 b	26
f	14,37 **	6,29 **	9,87 **	7,04 **	17,68 **	23,40 **
f int.	0,96 ^{ns}	3,90 **	2,42 *	1,21 ^{ns}	1,19 ^{ns}	2,74 *
CV (%)	16,01	16,90	17,16	11,84	10,83	12,80

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Em relação aos valores da quantidade de P acumulado, nota-se que os resultados da classe textural arenosa foram diferentes e maiores aos resultados das demais classes texturais, independentemente da quantidade de água aplicada. Para a

classe textural arenosa, a maior quantidade de P acumulada foi obtida com a quantidade de água aplicada de 80% da CC, os valores intermediários, para 60 e 100% da CC, enquanto que a maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, resultou nos menores valores de acúmulo de P. Analisando-se as outras classes texturais, média e argilosa, observa-se que não houve diferença significativa quando se variou a quantidade de água aplicada. Em um estudo com cem amostras de diversos solos do Estado de São Paulo, Rodrigues; Mello (1981), concluem que os teores de argila e areia, se correlacionam positivamente e negativamente, respectivamente na fixação de P. Thomazi et al. (1990) concluem que a argila é um dos principais fatores que contribuem para a fixação de P no solo, o que permite inferir que o tratamento com solo arenoso proporcionou mais P. Dominghetti et al. (2014), em um estudo de P com irrigação, concluem que as maiores lâminas de irrigação aumentam o teor foliar de P em cafeeiro, resultados que discordam dos apresentados. Purquerio (2005), em cultivo protegido, encontrou valores para o acúmulo de P, em conjunto de 4 plantas, de 23,7 a 26,7 g, valores maiores aos do presente trabalho.

No tocante as quantidades acumuladas de K na parte aérea, nota-se quando se analisa a menor quantidade de água aplicada, 60% da CC, os valores de K acumulado são iguais estatisticamente, independente da classe textural, da mesma forma que para a maior quantidade de água aplicada, 120% da CC. Quando se observa, os valores para 80% da CC, nota-se que os maiores valores de K acumulado, são os da classe textural arenosa, os menores da classe textural argilosa, e os intermediários, oriundos da classe textural média, que não se diferenciou estatisticamente das demais. Já os dados referentes a 100% da CC mostram que os valores das classes texturais média e arenosa não se diferenciaram entre si e foram maiores e significativamente diferentes da classe argilosa. A análise das quantidades acumuladas de K na parte aérea, para a classe textural argilosa, evidencia que não há diferença entre as quantidades de água aplicadas. Para a classe de textura arenosa não houve diferença significativa até 100% da CC, porém, quando há aumento da quantidade de água aplicada para 120% da CC, o acúmulo de K é menor, o que sugere que parte do K acumulados na parte aérea são maiores e semelhantes entre 60 e 100% da CC. Quando a quantidade de água aplicada é de 120% da CC, os teores de K são menores em relação à 100% da CC. Mendes et al. (2014), concluíram que quanto maior a lâmina aplicada maior foi a quantidade de K lixiviado, o que sugere os resultados oriundos de classe textural arenosa, uma vez que quanto maior a quantidade de água aplicada, maior a quantidade lixiviada de K, e,

menor a quantidade disponível do nutriente. Purquerio (2005), em cultivo protegido, porém na estação outono/inverno, em ambiente protegido, valores de 221 a 285 g de K por conjunto de 4 plantas, valores superiores ao obtidos no presente trabalho.

Com relação aos valores de S acumulado na parte aérea, é possível notar que quando se aplicou as quantidades de 60 e 100% da CC não ocorreu diferença significativa, porém, quando se aplicou 80% da CC, verifica-se que os valores oriundos das classes texturais arenosa e argilosa, não se diferiram estatisticamente, valores foram maiores e diferentes do valor obtido na classe textural média. Entretanto, para a maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, os valores obtidos pelas classes texturais arenosa e média, foram iguais, mas, diferentes e menores que os da classe argilosa. Quando se analisa os dados referentes às classes texturais, nota-se que, existe um comportamento semelhante nas classes texturais média e arenosa, ou seja, de 60 a 100% da CC não houve diferenças significativas entre as quantidades de S acumuladas na parte aérea, entretanto, quanto se aumentou a quantidade de água aplicada, observa-se a redução do valor, sendo esses valores inferiores e significativamente diferentes aos demais, provavelmente, por não haver água para drenar e, portanto não havendo água para a lixiviação, isso justifica a diferença entre os tratamentos, entretanto, os tratamentos oriundos de solo de textura argilosa, não houve diferenças significativas entre as diferentes quantidades de água aplicada, provavelmente, também devido à retenção do nutriente S pela argila. O S é absorvido sob a forma de SO_4^{2-} , o qual pode ser lixiviado facilmente (Raij, 1991). Purquerio (2005), em cultivo protegido, encontrou valores para o acúmulo de S, em conjunto de 4 plantas, de 11,4 a 14,6 mg de S, valores que podem ser considerados maiores ao presente trabalho.

Tabela 9 - Valores médios da quantidade de macronutrientes acumulada, em g vaso⁻¹, cultivar Folha Larga, no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	QP	QK	QS
Are	60	19 A b	92 A a	38 A a
	80	24 A a	92 A a	40 A a
	100	19 A b	85 A a	37 A a
	120	16 A c	54 A b	22 B b
Me	60	10 B a	73 A ab	33 A a
	80	8 C a	78 AB ab	31 B a
	100	8 B a	83 A a	34 A a
	120	7 C a	59 A b	22 B b
Arg	60	10 B a	74 A a	35 A ab

80	11 B a	69 B a	38 A ab
100	11 B a	63 B a	40 A a
120	11 B a	62 A a	32 A b

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

Nota-se que em relação à quantidade de B acumulada na parte aérea, não houve diferenças significativas em relação às diferentes quantidades de água aplicadas, entretanto, houve diferenças significativas em relação às classes texturais, sendo os valores oriundos das classes arenosa e médias, iguais estatisticamente entre si e superiores aos da classe argilosa. Purquerio (2005), em ambiente de cultivo protegido, no inverno, encontrou valores para o acúmulo de B, em conjunto de 4 plantas, de 0,0064 a 0,077 mg de B, sendo, portanto, menores aos encontrados no presente trabalho (tabela 14).

Em relação ao Cu, não se observou diferença significativa quando se variou a quantidade de água de aplicada. Em relação às diferentes classes texturais, pode-se notar que não houve diferença significativa da quantidade de Cu na parte aérea, entre as classes texturais média e arenosa, valores que são menores e diferentes estatisticamente em comparação à classe textural argilosa. Purquerio (2005), em cultivo de inverno, com a cultura da rúcula, em cultivo protegido, alcançou valores de Cu, em conjunto de 4 plantas, de 0,018 a 0,026 mg, sendo, portanto, inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Analisando a quantidade de Fe acumulada na parte aérea permite observar que em relação às classes texturais, o valor obtido para a classe textural arenosa foi menor e significativamente diferente aos das demais classes texturais, média e argilosa, os quais não se diferiram estatisticamente entre si. Quando se observa os valores da quantidade de Fe acumulada em relação às quantidades de água aplicada, 120% da CC, foi diferente e significativamente maior que o das demais. Purquerio (2005), em ambiente de cultivo protegido, no inverno, encontrou valores para o acúmulo de Fe, em conjunto de 4 plantas, na faixa de 2,2 a 3,3 mg, portanto, menores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 10 – Valores médios da quantidade de micronutrientes acumulada na parte aérea, em mg vaso⁻¹, cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.

	QB	QCu	QFe	QMn	QZn
CT					
Are	212 A	27 B	3480 B	202	157
Me	217 A	26 B	8477 A	205	139
Arg	165 B	44 A	9857 A	354	182
F	24,37 **	42,34 **	47,37 **	68,90 **	22,07 **
%CC					
60	188 a	32 a	5376 b	266	177
80	199 a	32 a	6312 b	240	182
100	206 a	33 a	6984 b	243	151
120	201 a	32 a	10414 a	266	127
f	1,17 ^{ns}	0,06 ^{ns}	15,22 **	1,39 ^{ns}	22,39 **
f int.	1,30 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,46 ^{ns}	6,27 **	4,07 **
CV (%)	13,20	21,00	29,98	18,44	13,05

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

Como se pode observar, houve interação entre os fatores de variação, para os acúmulos de Mn e Zn na parte aérea. Em relação à quantidade de Mn na parte aérea, nota-se, que na menor quantidade de água, 60% da CC, observa-se que houve diferenças significativas entre as 3 classes de solos estudadas, estando os valores na seguinte ordem crescente: arenosa, média e argilosa. Em relação, às quantidades de água aplicadas, intermediárias, 80 e 100% da CC, nota-se, que os valores da quantidade de Mn acumulada na parte aérea, os resultados da classe arenosa e média, não se diferiram entre si, entretanto os valores da classe textural argilosa, foram superiores e significativamente diferentes das demais classes. Os resultados relativos à maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, pode-se observar que os valores oriundos da classe textural média, foram inferiores e significativamente às demais classes, ou seja, os resultados oriundos da classe arenosa foi significativamente igual ao da classe argilosa, sendo esses superiores ao da classe textural média. Em relação a diferentes quantidades de água aplicada em cada classe textural, pode-se notar, que na classe textural arenosa, a maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, resultou em maior valor de Mn acumulado, já as menores, 60 e 80% da CC, resultaram em valores inferiores e diferente significativamente, e, os valores oriundos de 100% da CC, foram iguais estatisticamente em relação aos demais. Em relação à classe textural média,

observa-se que a menor quantidade de água aplicada, 60% da CC, resultou em valor maior, e as maiores, 100 e 120% da CC, menores e significativamente diferentes, e, o resultado oriundo de 80% da CC, igual estatisticamente aos demais. Quando se analisa os resultados oriundos da classe textural argilosa, nota-se que não houve diferenças significativas para as diferentes % da CC. (tabela 15).

Os resultados das quantidades de Zn acumulado na menor quantidade de água aplicada, 60% da CC, não houve diferenças entre as classes texturais. Quando se analisa, os resultados de 80 e 100% da CC nota-se que o resultado da textura média foi inferior às demais, que não se diferiram entre si. Em relação a maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, os maiores valores de Zn acumulado são observados na classe textural argilosa, os menores oriundos da classe textural média, diferentes estatisticamente, e, os intermediários, arenosa, igual estatisticamente aos demais. De uma maneira geral, há decréscimo de Zn acumulado quando se aumenta a quantidade de água aplicada. Quando se analisa a classe textural arenosa, nota-se que o maior valor foi obtido com a quantidade de água aplicada, equivalente a 80% da CC, os menores e iguais entre si, oriundos das quantidades de água aplicada, 100 e 120% da CC, observa-se que quando se aplicou a menor quantidade de água, 60% da CC, esse não se diferenciou dos demais, significativamente. Analisando a classe textural média, nota-se que a menor quantidade de água aplicada, 60% da CC, resultou em valores superiores e estatisticamente diferente dos demais, analisando-se a quantidade de água aplicada, relativa a 120% da CC, nota-se que este foi inferior aos demais, exceto para o valor relativo à 100% da CC, sendo que este último também não se diferenciou do valor oriundo de 80% da CC. Em relação a classe textural argilosa, observa-se que o maior valor acumulado de Zn na parte aérea foi obtido com a quantidade de água aplicada de 80% da CC, sendo que quando se aplicou 60% da CC, esse resultado não se diferenciou dos demais, estatisticamente, as maiores quantidades de água, 100 e 120% da CC, foram menores e não se diferenciaram entre nem da quantidade de 60% da CC. Purquerio (2005), em ambiente protegido, em cultivo de verão, obteve quantidades de zinco acumulado na parte aérea de rúcula, na faixa de 0,20 a 0,26 mg de zinco em conjunto de 4 plantas, portanto, menores aos encontrados no presente trabalho (tabela 15).

Tabela 11 - Valores médios da quantidade de Mn e Zn acumulada na parte aérea, em mg vaso⁻¹, cultivar Folha Larga no desdobramento da interação classe textural e capacidade de campo.

CT	%CC	QMn	QZn
Are	60	157 C b	161 A ab
	80	155 B b	185 A a
	100	215 B ab	155 A b
	120	280 A a	128 AB b
Me	60	274 B a	188 A a
	80	200 B ab	144 B b
	100	163 B b	121 B bc
	120	185 B b	102 B c
Arg	60	367 A a	184 A ab
	80	366 A a	217 A a
	100	350 A a	177 A b
	120	333 A a	151 A b

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC. Letras maiúsculas comparam % de CC em diferentes CT, letras minúsculas comparam % de CC em uma mesma CT.

Os resultados da eficiência do uso da água (EUA) são apresentados na tabela 16. Pode-se notar que houve diferenças significativas entre as classes texturais e as quantidades de água aplicadas. Nota-se que não houve diferença significativa entre os resultados observados para as classes arenosa e média. Os valores da classe textural argilosa foram estatisticamente maiores que os das demais classes. Em relação às quantidades de água aplicadas, observa-se que existe decréscimo quando se aumenta a quantidade.

Os valores de EUA relativos às quantidades 60 e 80% da CC foram iguais entre si, e, maiores estatisticamente às quantidades de 100 e 120% da CC. O menor valor de EUA foi observado na maior quantidade de água aplicada, 120% da CC, que foi diferente significativamente dos demais. Souza et al. (2011), estudando a eficiência do uso de água em feijão-caupi e milho, em cultivos consorciados ou não, observaram que o feijão-caupi é mais eficiente no uso de água em cultivo exclusivo, não diferindo estatisticamente nas lâminas de 50, 75, 100 e 125% da ET₀. O cultivo do milho também foi mais eficiente em cultivo exclusivo, porém, foi mais eficiente com 125% da ET₀. Costa (2014) encontrou que a lâmina máxima estimada de irrigação para a maior eficiência do uso de água é de 72,75% da evaporação do tanque classe A, em um solo de textura muito argilosa (75% de argila) para a cultura do quiabo. Cunha et al.

(2013a), estudando a cultura da rúcula em um solo argiloso, em cultivo em campo aberto no nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, observaram que os maiores valores de eficiência do uso da água, $13,7 \text{ kg m}^{-3}$ foram com 125% da ETc. Lima et al. (2012), estudando três diferentes manejo de irrigação para a alfafa, com tensiômetros, tanque classe A e turno de rega de 3 dias, encontraram que no primeiro corte o uso eficiente de água foi inferior para o turno de rega e, superior para o tensiômetros e tanque classe que não diferiram entre si, entretanto para o segundo corte, o uso de tensiômetros proporcionou melhor eficiência de água, seguido do tanque classe A e por último o turno de rega, sendo diferentes estatisticamente entre si.

Tabela 12 – Eficiência do uso da água, em g L^{-1} , cultivar Folha Larga, em função da classe textural e da % CC.

Eficiência do Uso da Água – g L^{-1}	
CT	
Are	3,42 B
Me	3,37 B
Arg	4,55 A
f	20,73 **
%CC	
60	4,78 a
80	4,69 a
100	3,82 b
120	1,83 c
f	65,77 **
f int.	1,15 ns
CV (%)	17,34%

CT: classe textural; Are: Arenosa; Me: Média; Arg: Argilosa; 60, 80, 100, 120: % da CC; CV: coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias entre CT, letras minúsculas entre % CC.

5.6 CONCLUSÕES

1. Para solos de classe textural argilosa e reposição a 80% da CC há maior EUA;
2. Há maior produção de matéria fresca para solos de classe textural arenosa e média com reposição de 60 a 100% da CC e para solos de classe textural argilosa de 80 a 100% da CC;

3. Em solos arenosos há maior acúmulo de P na parte aérea em comparação com solos de textura média e argilosa, e para a reposição de 80% da CC;
4. As menores reposições de água proporcionam maior acúmulo de Zn na parte aérea independente da classe de textura do solo.

5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETTO, A. O.; PEREIRA, F. A. C.; BARROS, A. C.; MELO, A. S. Quanto e quando irrigar. In: AGUIAR NETTO, A. O.; BASTOS, E. A. (Eds). **Princípios agrônômicos da Irrigação**, EMBRAPA, Brasília, Cap. 6, p.179-192, 2013.
- ALBUQUERQUE, F. da S.; SILVA, Ê. F. de F. E.; NUNES, M. F. F. N.; SOUZA, A. E. R. de. Biomass allocation and water use efficiency in fertigated sweet pepper. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v, 32, n, 2, p, 315-325, 2012.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**, Roma: FAO, 1998, 300 p. (Irrigation and Drainage, n.56).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do Tanque Classe A. **Scientia Agrícola**, v.54, n.1-2, Piracicaba, 1997.
- BARROS JUNIOR, A. P. **Adubação nitrogenada no consórcio alface e rúcula**, 2008, 86p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BELTRÃO, N, E, de M.; SOUZA, J, G.; SANTOS, J. W. Algumas alterações metabólicas ocorridas na mamoneira (BRS 149 Nordestina) devido ao estresse hídrico por deficiência e excesso no ambiente edáfico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p. 977-984, 2006.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**, Viçosa: UFV, 2006, 625 p.
- BRANCO, R. B. F.; MARCHESE, J. A.; KATZ, I.; GADUM, J.; RODRIGUES, J. D. Efeitos de diferentes lâminas de irrigação na produção de rúcula. **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 43, 2003. Disponível <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/cpir2002c.pdf>>, Acesso 28 jun 2014.
- CAMERON, K. C.; DI, H. J.; MOIR, J. L. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. **Annals of Applied Biology**, v.162, n.2, p. 145-173, 2013.
- CAVARIANNI, R. L.; CECILIO, A. B.; CAZETTA, J. O.; MAY, A.; CORRADI, M. M.. Nutrient contents and production of rocket as affected by nitrogen concentrations in the nutritive solution. **Scientia Agrícola**, v.65, n.6, p.652–658, 2008.

COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O. Produtividade e eficiência do uso de água das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘Grande Naine’ no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.435-438, 2006.

COSTA, R. A. **Cultura do quiabo submetida a lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em tanque Classe A**, 2014, Tese (Doutorado em Agronomia-Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CRISOSTO, C. H.; JOHNSON, R. S.; LUZA, J. G.; CRISOSTO, G. M. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of ‘O’Henry’ peaches. **HortScience**, v.29, n.10, p.1169-1171, 1994.

CRUCIANI, D. E. **A drenagem na agricultura**. 4.ed., 2.reimpressão, São Paulo: Nobel, 1989, 337p.

CUNHA, A. R. Coeficiente do Tanque Classe A obtido por diferentes métodos em ambiente protegido e no campo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.451-464, 2011.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p, 1-11, 2009.

CUNHA, F. F.; GODOY, A. R.; MAGALHÃES, F. F.; de CASTRO, M. A.; LEAL, J. F. Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v.2, n.3, p,131-141, 2013 a.

CUNHA, P. C. R.; da; SILVEIRA, P. M. da; NASCIMENTO, J. L. do; ALVES JUNIOR, J. Manejo da irrigação no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.7, p,735-742, 2013b.

DANTAS NETO, J.; MACIEL, J. L.; ALVES, A. de S.; AZEVEDO, C. A. V. de; FERNANDES, P. D.; LIMA, V. L. A. Teores de macronutrientes em folhas de goiabeira fertirrigada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.9, p.962-968, 2013.

DOMINGHETTI, A. W.; SCALCO, M. S.; GUIMARÃES, R. J.; SILVA, D. R. G.; CARVALHO, J. P. S.; PEREIRA, V. A. Doses de fósforo e irrigação na nutrição foliar do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1235-1240, 2014.

DSRA, Departamento de Solos e Recursos Ambientais, Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP – Campus de Botucatu, Disponível em <<http://www.fca.unesp.br/#!/meteorologia>>, Acesso 14 abr 2014.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212 p.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no litoral paraibano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.3, p. 494-506, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas: Couve e Plantas Relacionadas, In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 3.ed. rev. ampl. Viçosa: Ed. UFV, 279-299p. 2008.

GOMES, E. P.; TESTEZLAF, R. **Manejo de irrigação na tomaticultura de mesa, Mogi-Guaçu**, UNICAMP, São Paulo, 2004. Disponível em <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/manejoirrig.pdf>>, Acesso 29 mai 2015.

GUERRERO, A. C.; BORGES, L. S.; FERNANDES, D. M. Efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.4, p.591-596, 2011.

HIPPLER, F. W. R.; REIS, I. M. S.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS-JR.; D. Características adsorptivas de solos e o suprimento de zinco e manganês para os citros. **Citrus Research & Technology**, v. 35, p. 73-83, 2014.

HAMADA, E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.9, p.1201-1209, 1995.

ISLA. 247 - **Rúcula Folha Larga**. Disponível em <<https://isla.com.br/cgi-bin/detalhe.cgi?id=247>>, Acesso 30 mai 2015.

KESER, G. Effects of irrigation with wastewater on the physiological properties and heavy metal content in *Lepidium sativum* L. and *Eruca sativa* (Mill.). **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v.185, n.7, p.6209-6217, 2012.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**, Editora Nobel, São Paulo, 1984, 408p.

KLEIN, V. A. **Física do solo**, Passo Fundo, UPF Editora, 212 p., 2008.

LIMA, M. D. B.; CARRIJO, M. S.; COSTA, K. A. de P.; DAN, H. A.; SIMON, G. A. Eficiência do uso da água na produção de alface sob diferentes manejos de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.17, n. 4, p.448-455, 2012.

LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; JUNG, L. H.; PACHECO, A. Avaliação do coeficiente do Tanque Classe “A” para estimativa da evapotranspiração de referência em Aquidauana-MS. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p.1-11, 2012.

LOPES, A. S.; PAVANI, L. C.; CORÁ, J. E.; ZANINI, J. R.; MIRANDA, H. A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, p.89-100, 2004.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; GONÇALVES, S. O.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BOAS, R. L. Lâminas de fertirrigação e substratos na produção e qualidade de gérbera de vaso. **Irriga**, Botucatu, v.18, n.4, p.635-646, 2013.

MACHADO, P. L. O.; PAVAN, M. A. A. adsorção de zinco por alguns solos do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, n.3, p.253-256, 1987.

MAGGIOTO, S. R. Estimativa da evapotranspiração de referência pelo uso da termometria ao infravermelho, 1996, 71p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e corretivos**, 3.ed. Ed. Agrônômica Ceres, São Paulo, 1981.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**, São Paulo, Ceres, 2006, 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**, 2. ed, Piracicaba, Potafós, 1997, 319p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI. **Irrigação: princípios e métodos**, 3.ed. atualizada, Viçosa: Ed. UFV, 2009, 355p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R. da; SILVA, W. L. C. Procedimento simplificado para o manejo de água em hortaliças irrigadas por aspersão, In: **TALLER INTERNACIONAL RED RIEGOS CYTED**, 2008, Florianópolis, Pôster..., [Madri]: CYTED, 2008, Disponível em < http://ceer.isa.utl.pt/cyted/brasil2008/posters/poster_WMarouelli.pdf>, Acesso 03 abr 2014.

MARTINS, C. C.; dos REIS, E. F.; BUSATO, C.; PEZZOPANE, J. E. M. Crescimento inicial do café conilon (*Coffea canefora* Pierre ex Froehner) sob diferentes lâminas de irrigação, **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.14, n.3, p.193-201, 2006.

MATSUZAKI, R. T. **Quelatos de ferro afetam o crescimento e a produção de rúcula cultivada em sistema hidropônico**, 2013, 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MEDINA, H. P.; GROHMANN, F. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.25, n.6, 1966.

MEDRANO, H.; MAGDALENA, T.; MARTORELL, S.; ESCALONA, J. M.; POU, A.; FUNTES, S.; FLEXAS, J.; BOTA, J. Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions, A review. **Agronomy for sustainable development**, v.35, n.2, p.499-517, 2015.

MELAKERBAN, H.; XU, A.; KRAVCHENKO, A.; MENNAN, S.; RIGA, E. Potential use of arugula (*Eruca sativa* L.) as a trap crop for *Meloidogyne hapla*. **Nematology**, v.8, n. 5, p.793-799, 2006.

MELO, V. de F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva mineral do solo. In: MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds), **Química e mineralogia do solo: Parte I – conceitos básicos**, Viçosa:SBCS, p.251-332, 2009.

MENDES, W. C.; ALVES JUNIOR, J.; CUNHA, P. C. R, da; EVANGELISTA, A, W, P; CASAROLI, D, Lixiviação de potássio em função de lâminas de irrigação em dois solos de texturas contrastantes, In: XI Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão, **Anais...**, 2014. Disponível em <http://eventos.ufg.br/SIEC/portaiproec/sites/site5801/site/artigos/09_seminario-doutorado/09_seminario-doutorado.pdf>, Acesso 20 mai 2015.

MORALES, M.; JANICK, J. Arugula: A promising specialty leaf vegetable, In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Eds,) **Trends in new crops and new uses**, ASHS Press, Alexandria, p. 418-423, 2002. Disponível em <<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-418.html>>, Acesso 05 abr 2014.

MOREIRA, L. G.; VIANA, T. V. de A.; MARINHO, A. B.; NOBRE, J. G. A; LIMA, A. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P. Efeitos de diferentes lâminas de irrigação na produtividade da mamoneira variedade IAC Guarani. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.4, p.449-455, 2009.

MOURA, K. K. C. F.; BEZERRA NETO, F.; PONTES, F. S. T.; de LIMA, J. S. S.; MOURA, K. H. S. Avaliação econômica de rúcula sob diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.113-118, 2008.

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M. Disponibilidades hídricas do solo em planas de rúcula: produção e teor de água na planta, In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais...**, Campo Grande, 2014. Disponível em <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/livro/R0292-3.pdf>>, Acesso 20 abr 2015, Acesso 20 abr 2015.

NUNES, J. A. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M. Disponibilidades hídricas do solo no desenvolvimento de rúcula em ambiente protegido, In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais...**, Campo Grande, 2014, Disponível em <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/livro/R0292-2.pdf>>, Acesso 20 abr 2015.

OLIVEIRA, S. G. **Alelopatia e potencialidade do consórcio entre rúcula e capim-cidreira**, 2014, 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PALADA, M. C.; CROSSMAN, S. M. A. Evaluation of tropical leaf vegetables in the Virgin Islands. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspectives on new crops and new uses**, ASHS Press, Alexandria, p. 388-393, 1999. Disponível em <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-388.html#brassicaceae>>, Acesso 05 abr 2014.

PIMPINI, F.; ENZO, M. **Present and future prospects for rocket cultivation in the Veneto region**. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. (eds.), Rocket: an old Mediterranean crop for the world. Report of the II International Workshop on Rocket, 1996. Pádua, Italia, International Plant Genetic Resources Institute, Roma.

PORTO, R. A.; BONFIM-SILVA, E. M. B.; SOUZA, D. S. M.; CORDOVA; N. R. M.; POLYZEL, A. C.; da SILVA, T. J. A. Adubação potássica em plantas de rúcula: produção e eficiência no uso da água. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, Boa Vista, v.7, n.1, p.28-35, 2013.

PRAVUSCHI, P. R., MARQUES, P. A. M. ; RIGOLIN, B. H. M.; SANTOS, A. C. P. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.4, p.687-693, 2010.

PURQUERIO, L. F. V. **Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio**, 2005. Tese (Doutorado em Agronomia-Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; BOAS, R. L. V. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.25, n.3, p.464-470, 2007.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**, Campinas, Instituto Agronômico, 2001, 284p.

RAIJ, B. van, **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991, 343p.

REICHARDT, K. **A Água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987, 188p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**, Barueri: Manole, 2004, 478p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**, São Paulo: Manole, 2012, 497p.

RODRIGUES, M. R. S.; MELLO, F. A. F. Fatores que afetam a fixação de fosfato nos solos do Estado de São Paulo. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.38, n.1, 1981.

SAHAB, F.; SOHER, A.; HATHOUT, A. S.; ZIEDAN, E. H.; SABRY, B. A. Application of some plant essential oils to control Fusarium isolates associated with freshly harvested maize in Egypt. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 17, n.6, 2014.

SALA, F. C.; ROSSI, F.; FABRI, E. G.; RONDINO, E.; MINAMI, K.; COSTA, C. P. Caracterização varietal da rúcula. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 22, 2004, Brasília, Disponível em:

<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_303.pdf>, Acesso 05 abr 2014.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**, 4, ed, São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais e aveias em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.65-70, 2003.

SANTOS, E. L. C.; COELHO, L. C.; CARVALHO, J. G.; FIGUEIREDO, M. A.; GARCIA, M. B.; MUNGUAMBE, J. F. Enriquecimento de Rúcula com Doses de Zinco em Cultivo Hidropônico e Teores de Micronutrientes. In: **FERTBIO**, 2012, Maceió, XXX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/235940951_Enriquecimento_de_Rcula_com_Doses_de_Zinco_em_Cultivo_Hidropnico_e_Teores_de_Micronutrientes>. Acesso 25 mai 2015.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.879-882, 2006.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; SOISA, C. C. M.; PEREIRA FILHO, J. V. P.; FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.57-64, 2011.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. B. Drought stress and plant nutrition. **Plant stress**, v.5, (Special Issue 1), p. 32-41, 2011.

SILVA, L. C.; RAO, T. V. R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.128-131, 2006.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. **Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos**. In: FARIA, M. A. (Coord.) Manejo de irrigação, Lavras: UFLA; SBEA, 1998, p.311-351.

SOPRANO, E.; ALVAREZ, V. H. Nutrientes lixiviados de colunas de solo tratadas com diferentes sais de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.1, p.25-29, 1989.

SOUZA, E. G. F. **Produtividade e rentabilidade de rúcula adubada com espécie espontânea, em duas épocas de cultivo**, 2014. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada.

SOUZA, E. G. F.; BARROS JUNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVERIA, L. M.; LEAL, Y. H.; ALVES, M. J. G. Rentabilidade da rúcula fertilizada com biomassa de flor-de-seda em função da época de cultivo. **Revista Caatinga**, v.28, n.1, p.65-77, 2015.

SOUZA, L. S. B. de; MOURA, M. S. B. de; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. da. Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p. 715-721, 2011.

SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v.7, n.2, p.154-161, 2013.

STONE, L. F. **Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado**, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, 48 p. (Documentos, Embrapa Arroz e Feijão, 176).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 4.ed, Porto Alegre: Artmed, 2009, 819p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 5.ed, Porto Alegre: Artmed, 2013, 918p.

TASSI, É. M. M. **Caracterização química, atividade da lipoxigenase e biodisponibilidade de carotenóides da rúcula (*Eruca sativa*)**, 2001. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

THOMAZI, M. D.; MELLO, F. de A. F.; ARZOLLA, S. Fatores que contribuem para a fixação do fósforo em solos do município de Piracicaba. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.47, parte I, p.177-190, 1990.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO FILHO, J. A. Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d'água. In: van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, Â. M. C. (Eds.) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**, 2.Ed. ver. Atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997, p.168-169 (Boletim Técnico 100).

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Cultura da rúcula. **Boletim Técnico**, n.146, Campinas: IAC, 1992, 8p.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A. Rúcula (Pinchão). In: FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P.; PIZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T.; DE MARIA, I. C.; FURLANI, Â. M. C. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**, Campinas:IAC, 1998, p.241-242, (Boletim, 200).

TRANI, P. E.; PURQUÉRIO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. **Calagem e adubação da alface, almeirão, agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula**. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/97.pdf>, Acesso 25 mai 2015.

VIVIAN, R., DOURADO-NETO, D., FILHO, R. V.; SILVA, A. A.; FRANCO, R. B.; CORREA, S. T. R. Interactions between soybean and weeds in a replacement series system, considering the effects of water stress. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 749-763, 2013.

YANIV, Z.; SCHAFFERMAN, D.; AMAR, Z. Tradition, uses and biodiversity of rocket (*Eruca sativa*, *Brassicaceae*) in Israel. **Economic Botany**, Nova Iorque, v. 52, n.4, p.394-400, 1998.