

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
CURSO DE AGRONOMIA  
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Leonardo André Schneider**

**00191109**

*“Citricultura: respostas fisiológicas da irrigação e fertirrigação no sistema de produção.”*

PORTO ALEGRE, Abril de 2016.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**Citricultura: respostas fisiológicas da irrigação e fertirrigação no sistema  
de produção.**

**Leonardo André Schneider**

**00191109**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito para obtenção do Grau de Engenheiro  
Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agr. M.Sc. Alvaro Otero

Orientador Acadêmico do Estágio: Eng. Agr. Dr. Sergio Francisco Schwarz

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Departamento de Horticultura e Silvicultura

Prof. Pedro Alberto Selbach - Departamento de Solos

Prof. Fábio Kessler Dal Soglio - Departamento de Fitossanidade

Profa. Carine Simioni - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Profa. Mari Lourdes Bernardi - Departamento de Zootecnia

Profa. Renata Pereira da Cruz - Departamento de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, Abril de 2016.

## **AGRADECIMENTOS**

Este momento marca mais um importante passo em busca da realização de um sonho que contou com o apoio de muitas pessoas. Assim, agradeço, inicialmente, as forças que regem o universo, a vida e principalmente a minha noiva Lidiane Júlia Livinali que suportou e entendeu minhas ausências e me incentivou nos momentos de incessante trabalho.

Agradeço a minha família pelo incentivo, amor e exemplos de vida.

Agradeço aos professores que me acompanharam e me orientaram ao longo da vida, desde as séries iniciais até a graduação, em nome de um mestre que admiro e que me acolheu desde o começo desta caminhada no nível superior, Professor Sergio Francisco Schwarz.

Aos futuros colegas que passam(ram) pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia desta Universidade, e aos demais colegas bolsistas de iniciação científica integrantes do GOPS.

Ao Pesquisador Eng. Agr. M.Sc. Alvaro Otero, pela cordialidade, disponibilidade e ensinamentos transmitidos e por disponibilizar a estrutura da Estação Experimental Salto Grande – INIA para o aperfeiçoamento e obtenção de conhecimentos.

Aos demais colaboradores do INIA, em nome Diretor Regional, Eng. Agr. Fernando Carrau, pela acolhida, amizade e ensinamentos.

Aos colegas e futuros colegas de profissão que, em virtude do espaço físico deste documento, não poderei citar todos. Mas gostaria de expressar meu carinho e alegria de ter feito tantas amizades através do agradecimento ao colega Ângelo Azeredo Lopes, primeira amizade que realizei nesta instituição, pelo apoio e camaradagem.

Agradeço ao povo brasileiro pela oportunidade de ter estudado numa universidade pública e gratuita.

## **RESUMO**

O estágio curricular obrigatório foi realizado no Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA, na Estação Experimental Salto Grande, Salto, no noroeste do Uruguai, no período de verão de 2016. Visou-se a realização de atividades de investigação no ramo da Citricultura, no que diz respeito ao monitoramento de efeitos fisiológicos de plantas submetidas a fertirrigação, assim como o acompanhamento do manejo fitotécnico, acompanhamento em outras avaliações na área de fisiologia vegetal e manejo da irrigação em pomares experimentais de citros e em casa de vegetação.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Temperatura foliar (Tf) das plantas obtida no exato momento da determinação da condutância estomática (gs) avaliada as 9h30min de cada dia, durante uma semana em plantas cítricas da tangerineira ‘Afourer’. Salto, Uruguai, 2016. ....	22
--	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Mapa do Uruguai, com destaque o Departamento de Salto (Adaptado de: Uruguai.org, 2016). ..... 9
- Figura 2** – Condutância estomática (gs) avaliada as 9h30min de cada dia, durante uma semana em plantas cítricas da tangerineira ‘Afourer’. Salto, Uruguai, 2016. .... 22

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO</b> .....	8
<b>2.1 Localização</b> .....	8
<b>2.2 Situação socioeconômica</b> .....	9
<b>2.3 Clima e Vegetação</b> .....	10
<b>2.4 Solo e Relevo</b> .....	11
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL SALTO GRANDE</b> .....	11
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>4.1 Importância econômica dos citros no Brasil e no Uruguai</b> .....	13
<b>4.2 Aspectos fisiológicos e ambientais dos citros</b> .....	14
<b>4.3 Irrigação</b> .....	16
<b>4.4 Fertirrigação</b> .....	18
<b>5. ATIVIDADES REALIZADAS</b> .....	19
<b>5.1 Acompanhamento das atividades no experimento de fertirrigação</b> .....	19
5.1.1 Coleta de dados de sensores .....	19
5.1.2 Manejo da irrigação e fertirrigação .....	20
5.1.3 Fenologia: crescimento vegetativo .....	21
5.1.4 Análises fisiológicas .....	21
5.1.5 Análise nutricional .....	22
5.1.6 Coleta de solução do solo .....	22
<b>5.2 Outras atividades</b> .....	23
5.2.1 Medições de fotossíntese .....	23
5.2.2 Condução de mudas em ambiente protegido .....	23
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28
<b>ANEXOS</b> .....	32

## **1. INTRODUÇÃO**

Tendo em vista o aumento mundial da demanda por alimentos de qualidade e a crescente incorporação de frutas na mesa da população, que busca a diversificação e enriquecimento de sua alimentação, torna-se imprescindível a aplicação de tecnologias que propiciem a eficiência do sistema produtivo. Outro fator importante, dentro deste contexto, é o uso racional dos recursos naturais. Em especial a água, cada vez mais determinante no sucesso produtivo das unidades de produção agropecuária.

De certa forma, algumas características gerais relacionadas a finalidade da produção de citros no Uruguai, a presença e manejo de pragas e plantas daninhas, manejo da adubação, aspectos climatológicos e a escolha das variedades-copa são semelhantes ao que ocorre no Rio Grande do Sul. Sendo mais profícuo a adaptação de tecnologias uruguaias do que de regiões tropicais do Brasil.

O estágio curricular obrigatório realizou-se no Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA, na Estação Experimental de Salto Grande, Salto – Uruguai. O INIA é o principal organismo de pesquisa e inovação agropecuária do país, sendo a Estação de Salto Grande reconhecida nacional e internacionalmente no desenvolvimento de conhecimentos na área de Horticultura, especialmente na parte que diz respeito a Citricultura.

O estágio foi realizado no período de 05 de janeiro a 26 de fevereiro de 2016, sob supervisão do Pesquisador Eng. Agr. M.Sc. Alvaro Otero e orientação acadêmica do Professor Eng. Agr. Dr. Sergio Francisco Schwarz.

O objetivo do estágio foi o acompanhamento das atividades de investigação no ramo da Citricultura, no que diz respeito ao monitoramento de efeitos fisiológicos de plantas submetidas a fertirrigação. Além de acompanhamento do manejo fitotécnico e realização de outras avaliações na área de fisiologia vegetal e manejo da irrigação em pomares experimentais de citros.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO**

### **2.1 Localização**

A Estação Experimental de Salto Grande do Instituto Nacional de Investigación Agropecuária – INIA está situada na cidade de Salto (Lat.: -31.272123°; Long.: -57.890642°, WGS 84), a qual nomeia seu departamento, no noroeste da República Oriental do Uruguai. O



Departamento de Salto (Figura 1) possui uma área física de 14.163 km<sup>2</sup> (INE, 2015), localizando-se a 492 km de Montevidéu, capital do país. As principais vias de acesso são as Rutas 3 e 31 (INTENDENCIA DE SALTO, 2016).

A citricultura uruguaia possui duas regiões produtoras. A principal está situada ao norte do país, incluindo os Departamentos de Salto, Paysandú, Río Negro e Rivera, que correspondem a 85% da produção. As demais áreas localizam-se na zona sul, onde são produzidos majoritariamente limões (DIEA-MGAP, 2014).

**Figura 1** – Mapa do Uruguai, em destaque o Departamento de Salto (Adaptado de: Uruguai.org, 2016).



## 2.2 Situação socioeconômica

O Uruguai possui uma população de 3,4 milhões de habitantes, dos quais cerca de 40% vive na capital Montevidéu (BANCO MUNDIAL, 2016). Conforme o INE (2015), o Departamento de Salto é o terceiro mais populoso do país, com 130.661 habitantes. A economia uruguaia é bastante diversificada, onde o Produto Interno Bruto (PIB) de 2014, no valor de 57,47 bilhões de dólares, foi incrementado por diversos setores (BANCO MUNDIAL, 2016). O setor de serviços foi o mais representativo colaborando com 40%, o comércio participou com 13%, a indústria com 12%, o setor imobiliário com 9%, o setor primário com 7,0% e transporte, armazenamento e comunicações representaram 8%. No setor primário, a agricultura representa 3,0%, a pecuária 3,7% e a silvicultura 0,3%. Somando a agropecuária e as indústrias envolvidas com o setor (agroindústrias), chega-se a 12,6%, de participação no PIB nacional (URUGUAY XXI, 2015b).

Segundo a Enciclopédia Geográfica do Uruguai (2016), a economia do Departamento de Salto é baseada majoritariamente na criação de bovinos de corte e ovinos. As áreas cultivadas se encontram às margens do Rio Uruguai. Os cultivos de citros, morango, tomate, entre outros estão localizados nas imediações da capital Salto e do município San Antonio, sendo a Citricultura a atividade mais importante dentro do cenário da Horticultura. Ao norte do Departamento localizam-se as áreas de produção de grãos, como trigo, soja e milho. Em termos de agroindústrias constam plantas processadoras de citros para consumo em fresco e processamento para sucos, vitivinícolas, armazéns para grãos, moinhos para produção de farinha, frigoríficos e uma planta pasteurizadora de leite.

Devido ao grande número de indústrias e agroindústrias a capital Salto, economicamente, é a segunda mais importante do Uruguai. A cadeia citrícola, como um todo, gera 19.000 empregos ao país. São cultivados 16.118 hectares dos quais 11.000 ha são conduzidos por 6 empresas e o restante da área está distribuída em 446 empreendimentos (URUGUAY XXI, 2015a).

### **2.3 Clima e Vegetação**

O Uruguai apresenta clima temperado úmido com verão quente do tipo Cfa, conforme classificação de Köppen. Com base em série histórica climatológica, compreendendo o período de 1961 a 1990, da estação meteorológica de Salto (Lat.: -31,43; Long.: 57,98), a temperatura média anual é de 18,1 °C, variando através da mínima absoluta de -5,3°C no dia mais frio e da máxima absoluta de 42,2°C no dia mais quente do período avaliado. A precipitação média do período é de 1.322 mm, sendo o mês de agosto o menos chuvoso e o mês de março registrando os maiores volumes de chuva, na média da série histórica. O valor médio anual da umidade relativa do ar é de 72%. Outro fator de relevância é o número de dias com precipitações maiores ou iguais a 1 mm, que somam apenas 5 dias por mês, na média (INUMET, 2016).

Conforme o balanço hídrico calculado e disponibilizado pelo Instituto Uruguayo de Meteorología – INUMET em sua página na internet, o Uruguai possui importantes períodos de déficit hídrico. Em função disso, 54% das áreas cultivadas com citros possuem sistemas de irrigação (DIEA-MGAP, 2014).

A vegetação dominante no Uruguai é de caráter herbáceo, composta por comunidades vegetais que variam de acordo com as mudanças edafoclimáticas. A flora uruguaia inclui cerca de 2.500 espécies, entre elas 400 gramíneas. As formações florestais ou bosques naturais não

ocupam mais do que 5% da superfície, localizando-se comumente nas costas dos rios, em algumas zonas serranas e em vales estreitos (DURÁN et al., 1999).

## **2.4 Solo e Relevo**

Conforme a Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, são encontrados, principalmente, três tipos de solos na região de Salto. De acordo com a nomenclatura uruguaia são definidos como Argisoles, Brunosoles e Vertisoles (DURÁN, 1976). Os Argisoles são caracterizados como solos hidromórficos ou não hidromórficos, de cor pardo-escuro, textura franco-arenosa, fertilidade natural baixa e drenagem boa a imperfeita. Os Brunosoles as vezes são hidromórficos, coloração parda muito escura, textura franco-arenosa ou franco-argilosa, de fertilidade média a muito alta e drenagem moderadamente boa a imperfeita. Os Vertisoles são solos hidromórficos, de coloração muito escura, de textura argilosa, de fertilidade muito alta e apresenta problemas de drenagem (CONEAT-MGAP, 1994).

O relevo do Uruguai é predominantemente plano, com a maioria das áreas não passando de 5% de declividade. A região noroeste possui um relevo moderadamente ondulado com pendentes alcançando 15 % de declividade. A altitude média do país é de 140 m, estando a cidade de Salto a cerca de 42 m em relação ao nível do mar (DURÁN et al., 1999).

## **3. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL SALTO GRANDE**

O Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA foi criado através da Lei nº 16.065 de outubro de 1989, como empresa pública de caráter privado (usando terminologia brasileira). O Instituto é direcionado por programas públicos criados pelo Poder Executivo, através do Ministerio de Ganaderia, Agricultura y Pesca – MGAP da Republica Oriental del Uruguay. Ao todo, atualmente, são 4 estações experimentais no INIA, atendendo as demandas regionais e nacionais do setor agropecuário, além da sede administrativa situada em Montevideú.

A primeira Estação Experimental no departamento de Salto foi criada no ano de 1934 com a criação da Escola Agrária Industrial, através da Universidad del Trabajo del Uruguay – UTU. Em 1947, após reivindicações à Intendencia de Salto, a UTU recebe uma fração de campo para a instalação da Escola de Citricultura, iniciando os primeiros ensaios. Em 1952 a Escola de Citricultura passa para a órbita do MGAP e no ano de 1979 foi adquirida uma área de 114

hectares onde hoje se localiza a Estação Experimental de Salto Grande, assim denominada após a criação do INIA.

A Citricultura é a principal atividade de pesquisa nesta Estação, porém são trabalhadas outras culturas de interesse regional, através de quatro programas nacionais: Programa Nacional de Citricultura; Programa Nacional de Olericultura - desenvolve diversos trabalhos sobre olerícolas em ambiente protegido; Programa Nacional de Fruticultura - que desenvolve trabalhos de avaliação de variedades e porta-enxertos no caso de algumas espécies, como pêssego e outras frutíferas fora dos citros; Programa de Produção Nacional da Família - que desenvolve trabalhos com agricultores familiares da região.

Como recursos humanos a Estação Experimental Salto Grande conta com 66 colaboradores, incluindo diretoria administrativa, pesquisadores, auxiliares de pesquisa, auxiliares administrativos, laboratoristas, motoristas, operários rurais qualificados, agentes de segurança, entre outros.

A infraestrutura da Estação é diversificada para atender suas áreas de pesquisa, contando com diversos laboratórios (fisiologia vegetal, solos, biotecnologia, melhoramento vegetal, fitossanidade, entomologia agrícola e pós colheita); escritórios para os pesquisadores; sala de reuniões; biblioteca; casas de vegetação diversas, inclusive algumas com ambiente controlado como no caso da estufa que abriga as plantas matrizes, das variedades de citros de maior importância no país; câmaras frias; plantas processadoras de frutas em fresco, semelhantes às utilizadas nas indústrias (lavam, fazem tratamentos de pós-colheita e enceram); galpão de máquinas e insumos; prédio exclusivo para manuseio e armazenagem de agrotóxicos; oficinas; alojamento equipado com cozinha e com capacidade para 6 pessoas; pomares experimentais com sistema de irrigação localizada e automatizada por sistemas computadorizados; equipamentos diversos para auxiliar nas mensurações e avaliações dos experimentos realizados, incluindo medidor de fotossíntese, clorofilômetro, porômetro, ceptômetro, fluorômetro, drone equipado de câmera térmica por infra-vermelho, colorímetro, HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), espectrofotômetro de absorção atômica, peagômetros, condutivímetros, psicrômetros, câmara de Scholander, diversos medidores de umidade do solo, sensores de umidade, temperatura e radiação, entre outros. Detém ainda, o único pomar certificado para fornecimento de sementes de porta enxerto de citros do país.

Conta também com grande parque de máquinas e veículos para o desenvolvimento das atividades da Estação, dentre os quais estão um veículo para cada pesquisador e veículos

auxiliares; tratores, microtratores e retroscavadeira; maquinário diverso; ônibus e vans para deslocamento do quadro funcional.

A Estação Experimental Salto Grande é referência nacional e internacional na produção de conhecimentos técnico-científicos nas áreas em que atua. É constantemente buscada por profissionais, estudantes e, principalmente, produtores que estão buscando informações e/ou possuem problemas em seus estabelecimentos.

O INIA cumpre importante papel de divulgação de informações, uma vez que não há um sistema de extensão governamental difundido no Uruguai. Um aspecto interessante do instituto é o fato da realização de trabalhos diretamente nas propriedades rurais, solucionando problemas locais e regionais de forma eficiente. Através do sistema de investigação dinâmico e direcionado ao produtor rural, possibilita a difusão de tecnologias de ponta para a melhoria do setor primário, otimizando o sistema produtivo de acordo com as aptidões de cada empreendimento rural, de maneira rápida e realmente prática ao seu público alvo.

#### **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

O gênero *Citrus*, pertencente à família Rutaceae, é originário principalmente das zonas tropicais e subtropicais do sul e sudeste da Ásia. Algumas regiões da Austrália e da África também são consideradas centros de origem da espécie. No Brasil, as primeiras espécies chegaram através dos imigrantes portugueses (DONADIO et al., 2005).

Mundialmente, tratando-se de plantas perenes, os citros tem uma das mais amplas áreas de dispersão em relação ao seu centro de origem. Porém, como cultivo comercial de maior expressão econômica, esta superfície é reduzida, restringindo-se às regiões subtropicais, entre os paralelos 20 e 40° de latitude em ambos hemisférios (ORTOLANI et al., 1991).

##### **4.1 Importância econômica dos citros no Brasil e no Uruguai**

O Brasil, em 2013, produziu aproximadamente 19,73 milhões de toneladas de frutas cítricas (FAO, 2016). Desta produção, 88,9% foi de laranjas, onde o país com uma produção de 17,55 milhões de toneladas, detém a liderança do ranking mundial. Limões, tangerinas e outros grupos representam, 5,9, 4,8 e 0,4%, respectivamente (IBGE, 2016). A citricultura brasileira, no ano de 2009, gerou um PIB de aproximadamente US\$ 6,5 bilhões, correspondendo a 3% das exportações do agronegócio. O setor citrícola brasileiro empregava, em junho de 2010, 230 mil trabalhadores em empregos diretos e indiretos. Contudo, a laranja vem perdendo espaço quando

comparada a evolução de outros cítricos, principalmente às tangerinas que, em função da atratividade e da facilidade de consumo em fresco, tornaram-se mais valorizadas por diversos consumidores em todo o mundo. Em função disso, enquanto o crescimento mundial de áreas cultivadas com laranjeiras foi de 13%, as áreas de cultivo com tangerineiras expandiram 30% (NEVES, 2010).

Considerando apenas a produção de laranjas, o Estado de São Paulo (SP) é o maior produtor nacional, destinando sua produção basicamente à indústria. O Estado do Rio Grande do Sul (RS) ocupa o sexto lugar no ranking nacional, cuja a quantidade produzida, em 2014, foi de 379.100 toneladas, obtendo um rendimento médio de aproximadamente 11,5 toneladas por hectares (IBGE, 2016). Conforme Koller (1994), o RS apresenta condições edafoclimáticas favoráveis à produção de frutas cítricas de mesa. Ainda, segundo Oliveira et al. (2010), mesmo sendo pequena a produção da citricultura gaúcha, esta representa a principal atividade econômica em dezenas de municípios.

Conforme o DIEA-MGAP (2014), o Uruguai produziu 287.339 toneladas de citros. Essa produção se divide em laranjas, tangerinas, limões e pomelos, representando 52,4, 36,5, 10,8 e 0,3 %, respectivamente. Conforme o Instituto de Promoção de Investimentos e Exportações de Bens e Serviços Uruguay XXI (2015b), no ano de 2014, foi exportado 42% da safra – 120,5 mil toneladas – na forma de frutas frescas, com faturamento superior a US\$92 milhões, e o restante foi destinado ao mercado interno e para indústria, por não ter alcançado os padrões mínimos exigidos para exportação. Conforme Bruno (2010), em 2009, foram destinados 60.310 toneladas (22 % da safra) de frutos a indústria, gerando 4.431 toneladas de suco concentrado, do qual 77% foi comercializado ao exterior. Além disso, a indústria extraiu ainda 172 toneladas de óleo essencial dessas frutas.

## **4.2 Aspectos fisiológicos e ambientais dos citros**

Segundo Goñi e Otero (2013), a resposta de espécies vegetais a distintos estresses está condicionada as diferentes estratégias que estas desenvolveram para sobrepujarem-se a si mesmas. Assim, cada genótipo responde de maneira diferenciada as condições de variabilidade climática, influenciando a qualidade e a quantidade de sua produção.

A fotossíntese é responsável por, praticamente, a totalidade da matéria orgânica acumulada nas plantas. Cerca de 95% de toda sua massa seca possui origem no processo fotossintético de fixação de carbono presente no ar, na forma de CO<sub>2</sub>. Dessa forma, qualquer

fator biótico ou abiótico que afetar a fotossíntese alterará o crescimento e o acúmulo de massa seca das plantas (SYVERTSEN; LLOYD, 1994).

A planta cítrica, devido a sua evolução ter sido em sub-bosques de florestas com clima úmido, apresenta grande área foliar, sistema radicular pouco desenvolvido, pelos radiculares atrofiados e baixa condutividade hidráulica. Dessa maneira, a cultura tem seu desenvolvimento afetado em condições de alta demanda hídrica na atmosfera, as quais são comuns em zonas de clima mais quentes e secos (KRIEDEMANN; BARRS, 1981 apud MACHADO et al., 2005).

A taxa fotossintética máxima em plantas de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck acontece, preferencialmente, em temperaturas do ar em torno de 22°C a 25°C (KRIEDMANN, 1971). Sob condições ambientais favoráveis, com fótons em quantidade e faixa fotossintética adequada, sem deficiência hídrica no solo, a taxa de fotossíntese máxima acontece por volta das 9h30, decrescendo posteriormente a este horário, devido ao aumento do déficit de pressão de vapor que por sua vez é afetado pelo aumento da temperatura (HABERMANN, 1999).

Conforme Syvertsen e Lloyd (1994), em casos de déficit de pressão de vapor ou déficit hídrico no solo, a redução da fotossíntese em plantas cítricas está relacionada, principalmente, ao fechamento dos estômatos. Contudo, sob condições severas de estresse, outros fatores relacionados às reações fotoquímicas e ao metabolismo do carbono são afetados (VU; YELENOSKI, 1988).

No Brasil, as áreas cultivadas com citros comumente passam por períodos de deficiência hídrica no solo, estando estes normalmente associados a altos déficits de pressão de vapor. Em consequência disso, tem-se limitações à expressão da capacidade produtiva potencial das plantas cultivadas (MEDINA et al., 1999).

A recuperação do potencial da água, da abertura estomática, da condutividade hidráulica das raízes e do funcionamento dos processos bioquímicos e fotoquímicos são essenciais para a retomada dos processos fisiológicos da planta após um período de deficiência hídrica (SYVERTSEN; LLOYD, 1994).

A quantidade e a qualidade da radiação solar também interfere no processo fotossintético das plantas na citricultura. A assimilação líquida de CO<sub>2</sub> pelas folhas aumenta linearmente com o aumento da radiação fotossinteticamente ativa, entre 0 e 800 mmol.cm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. Após essa faixa a planta, normalmente, atinge o ponto de saturação luminosa. Em regiões tropicais essa saturação ocorre ao longo de todo o ano, o que resulta em um crescimento mais intenso das plantas e dos frutos, enquanto que nas regiões subtropicais, o crescimento das plantas e dos

frutos é mais lento e menor, devido à oscilação nas taxas de fotossíntese (SYVERTSEN; LLOYD, 1994).

Conforme Sentelhas (2005), a umidade do ar aparentemente não apresenta grandes efeitos diretos na produção dos citros, mas por ser uma variável meteorológica correlacionada com a temperatura do ar e com a chuva pode ter seus efeitos confundidos com eles. O efeito mais significativo desse elemento meteorológico se refere a aspectos fitossanitários dos pomares. Segundo Ortolani et al. (1991), em condições de clima muito úmido, são frequentes os problemas com doenças, principalmente as causadas por fungos.

### **4.3 Irrigação**

O fornecimento de água através da irrigação na citricultura possibilita o aumento de produtividade, proporciona melhor desenvolvimento das plantas, maior pegamento de flores e frutos, melhor qualidade dos frutos e maior quantidade de óleo na casca. Contudo, mesmo com expressividade mundial no setor, o Brasil possui a maioria dos seus pomares não irrigados. O início da irrigação em propriedades produtoras de citros se deu na década de 60 em São Paulo. A implantação de sistemas de irrigação, naquele estado, ocorreu devido à coincidência do período da colheita de diversas variedades de citros com a época de secas. O investimento nestes sistemas proporcionou frutas com melhor aparência, de maior tamanho, favorecendo a qualidade e a produtividade. Além disso, bons resultados também foram notados na produção de mudas, incentivando a adoção da técnica (PIRES et al., 2005).

Zanini et al. (1998), avaliando pomares cítricos com irrigação, observaram produtividades médias em caixas (de 40,8 kg) por planta superior nos tratamentos irrigados (3,21 caixas/planta) em relação aos tratamentos sem irrigação (2,27 caixas/planta).

Pomares adultos de laranjeiras irrigados apresentam uma demanda de 762 a 1.245 mm/ano, de forma distribuída, para seu desenvolvimento e produção adequado. Os citros, apresentam sua resposta à irrigação em um determinado estágio de desenvolvimento, de acordo com a disponibilidade hídrica no período imediatamente anterior a esse estágio. Sendo assim, o crescimento vegetativo de um ano é influenciado pela estação anterior (REUTHER, 1973 apud ORTOLANI et al., 1991).

Segundo Zanini et al. (1998), a demanda por água de uma cultura é função de diversos fatores: condições climáticas, idade das plantas, fase do ciclo fenológico, manejo do solo e da cultura. Assim, o manejo ou monitoramento da água pode ser feito via solo, clima, planta ou,



ainda, pela associação deles. Para tanto, são necessárias determinações de alguns fatores relativos ao solo, ao clima e à planta (PIRES et al., 2005).

Para se determinar a demanda hídrica, o manejo da água pode ser efetuado pela simples reposição do consumo de água diário da cultura, pelo somatório do consumo diário de água pela cultura desde o dia da última irrigação e, por fim e o mais eficiente, pela realização do balanço hídrico. Existem diversos métodos que estimam a evapotranspiração. Pode-se utilizar como base a evaporação de água de um tanque classe A e ajustar os valores através de um coeficiente ( $k_p$ ) que leve em consideração os fatores mencionados. Outra maneira é o uso de fórmulas matemáticas para se estimar a evapotranspiração de referência e após também utilizar um coeficiente ( $k_c$ ) para ajustar os valores de acordo com os fatores de demanda (ZANINI et al., 1998).

Segundo Pires et al. (2005), a necessidade de água a ser aplicada pode ser calculada através de medidas de potenciais de água no solo ou, diretamente, de medidas de volume de água do solo. Através da relação do potencial matricial e do volume de água, obtém-se a curva de retenção de água no solo. A curva é parte fundamental da caracterização das propriedades hidráulicas do solo, especialmente em estudos de balanço e disponibilidade de água às plantas e, conseqüentemente, no manejo da irrigação (TORMENA; SILVA, 2002).

Cada cultura possui suas recomendações de valores de potencial de água crítico, ou seja, o potencial abaixo do qual a restrição hídrica afeta o rendimento da cultura (BERGONCI et al., 2001). Pires et al. (2005), considerando diversos resultados de pesquisa, inferem que para fins de manejo da irrigação em citros, deve-se irrigar sempre que o potencial de água atingir de -30 a -40 kPa, para manter a aérea molhada das raízes numa faixa adequada de disponibilidade de água no solo. Caso o sistema permita irrigações frequentes, pode-se ainda, adotar o potencial de água variável ao longo do ciclo, sendo de -10 a -15 kPa durante o período crítico ao déficit hídrico e de -15 a -30 kPa no outono e inverno.

Segundo Coelho e Simões (2015), são diversos os instrumentos ou sensores que determinam a umidade e tensão de água em solos. O mais em conta e que realiza medições de forma direta, é o tensiômetro que funciona bem até tensões de -80 kPa. Os de maior precisão são os reflectômetros do tipo TDR (reflectometria no domínio do tempo) ou tipo FDR (reflectometria no domínio da frequência), mais caros e, portanto, menos acessíveis a maioria dos produtores.

Em plantas, a determinação da necessidade de irrigação consiste no monitoramento direto ou indireto do estado hídrico das mesmas, que pode ser feito por meio do acompanhamento do

potencial de água nas folhas, resistência estomática, temperatura foliar, conteúdo de água nas folhas, diâmetro do caule, medição no fluxo de seiva, taxa de crescimento dos frutos, entre outros. Todavia, o potencial da água na folha é diretamente relacionado ao da água no solo na região das raízes e aos elementos meteorológicos que afetam o processo de transpiração e abertura estomática (PIRES et al., 2005).

O potencial crítico de água na folha leva ao fechamento de estômatos nos citros. Syvertsen et al. (1981) citam como críticos os valores entre -2,0 a -2,3 MPa para folhas velhas e de -1,7 MPa para novas, em medições realizadas em pomelos. Medidas de crescimento do tronco ou dos ramos principais também podem ser utilizadas para comparar a resposta das plantas a diferentes níveis de irrigação (PIRES et al., 2005).

#### **4.4 Fertirrigação**

A fertirrigação consiste na aplicação dos adubos juntamente com a água de irrigação. No Brasil, é uma prática ascendente, normalmente, associada a implantação de sistemas de fornecimento de água em citros. A principal vantagem da fertirrigação é o aumento da eficiência na aplicação dos fertilizantes, em virtude da facilidade de parcelamento da adubação. Além disso, permite melhor ajuste no fornecimento de nutrientes com a demanda da planta, nos diferentes estádios de desenvolvimento e contribui para a redução das perdas de nutrientes por meio da lixiviação (DUENHAS et al., 2002).

Em citros, a expectativa de produtividade pode ser um indicativo de demanda de nutrientes pelas plantas, sendo utilizado como fator de determinação das doses a serem aplicadas para a cultura. Através dos resultados de exportação de nutrientes, através da colheita, é possível ajustar a necessidade de adubação a ser fornecida (QUAGGIO et al., 1997).

Conforme Souza, et al. (2012b), aplicações de altas doses de N, P e K acidificam a solução do solo e aumentam sua condutividade elétrica e os seus teores de amônio, nitrato, fósforo, potássio, manganês e zinco. Assim, em meses com maior precipitação pluvial, há possibilidade de perda de nutrientes por lixiviação, principalmente de nitrato, potássio e boro. Tendo em vista essa potencial lixiviação, é importante a realização de análises da solução do solo para determinar os teores de nutrientes e também para verificar se a condutividade elétrica não esteja demasiadamente elevada uma vez que pode ocorrer estresse osmótico na planta. Os mesmos autores inferem que o uso de extratores de cápsula porosa, pode ser considerada uma ferramenta auxiliar, para monitorar e avaliar a disponibilidade de nutrientes em sistemas de fertirrigação na citricultura, exceto para os micronutrientes cobre e ferro.

## 5. ATIVIDADES REALIZADAS

### 5.1 Acompanhamento das atividades no experimento de fertirrigação

Encontra-se em andamento na Estação Experimental Salto Grande - INIA um experimento que testa a frequência da fertirrigação e diferentes formas de fertilização convencional comparados à fertirrigação em plantas cítricas da variedade 'Afourer' (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. Essa variedade-copa é um tangor de filiação desconhecida, que foi importado para a Califórnia a partir de Marrocos em 1985. A árvore é de tamanho moderado e bastante vigorosa. A fruta é geralmente achatada com uma casca fina, lisa, de cor laranja que é fácil de descascar. O fruto possui reduzido número ou até mesmo ausência de sementes caso não haja polinização cruzada, mas sementado quando ocorre o cruzamento. A polpa é de cor laranja e succulenta, com sabor rico e doce. O fruto amadurece em fevereiro e possui boa persistência na planta.

O experimento é composto por dois pomares experimentais, sendo que cada um tem 3 tratamentos com 10 unidades amostrais e 4 repetições, sob delineamento completamente casualizado. Os tratamentos que constituem o primeiro pomar experimental variam de acordo com a frequência de fertirrigação, com aplicações diárias, a cada três dias e semanais. Já no outro experimento, está sendo testado diferentes formas de fertilizar, com adubação convencional aplicada a lanço e adubação convencional com uso do fertilizante nitrogenado de liberação lenta, em comparação com a fertirrigação.

#### 5.1.1 Coleta de dados de sensores

Para o acompanhamento da umidade do solo instalou-se sondas do tipo TDR, que realizam medições através da técnica da reflectometria no domínio do tempo, para a estimativa da quantidade de água no solo. Esta técnica consiste no tempo em que um pulso eletromagnético leva para percorrer um caminho, relacionado a constante dielétrica da água, do solo e do ar. As sondas encontram-se instaladas a profundidades de 5, 10, 20 e 40 cm.

É importante monitorar a absorção de água pela planta, a fim de se verificar se a água presente no solo está sendo absorvida pela planta e de que maneira e intensidade essa ação acontece. Para isso, são utilizados dendrômetros que consistem em sensores ultra sensíveis que monitoram a variação de comprimento da circunferência do caule das plantas. Quanto maior a amplitude de valores medidos ao longo do tempo, menor a eficiência da planta na absorção e, conseqüentemente, no uso da água pela planta.

A coleta dos dados nas sondas TDR são realizadas duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde, através de mensurações instantâneas da umidade do solo. Além disso, há um sistema de armazenamento de dados de umidade do solo por meio de *Data Loggers*, que registram as medições em intervalos pré-definidos. No caso desse experimento utilizou-se medições a cada 10 minutos. Já a coleta dos dados de dendrometria são realizados semanalmente, uma vez que os sensores também estão conectados a *Data Loggers*.

### 5.1.2 Manejo da irrigação e fertirrigação

Há uma diversidade muito grande de sistemas de irrigação disponíveis para as mais variadas demandas de cada cultura. Nos citros, tem-se optado por sistemas de irrigação localizados e de maior eficiência. Neste experimento utilizou-se o sistema de gotejamento para fornecer água e nutrientes às plantas em diferentes intervalos de rega, além da comparação de outras formas de fertilizar onde se utiliza apenas a irrigação sem o acréscimo de nutrientes via água.

O sistema é comandado por um sistema automatizado do tipo PLC (Programmable Logic Controllers), que traduzido se denomina Controlador Lógico Programável, de fácil interface com o usuário. Cada unidade experimental e suas repetições possuem um ramal próprio que é comandado pelo PLC. O volume de água e nutrientes a serem aplicados é regulado pelo tempo de rega, uma vez que a dose aplicada por unidade de tempo é padrão, definido pelo tamanho do orifício da mangueira gotejadora e espaçamento entre estes. A configuração escolhida para o experimento é um duto de 20 mm, com gotejadores a cada 20 cm, com a tecnologia autocompensante e antidrenante, aplicando uma vazão constante de 1,6 L hora<sup>-1</sup>.

A dose de rega sofre alterações constantes, de acordo com a quantidade de água disponível no solo e o limite hídrico da cultura, para que não haja perdas de produtividade devido ao déficit hídrico. Isso é possível, uma vez que o sistema é organizado independentemente, ou seja, há uma bomba que empurra a água para o sistema e outras três bombas menores que fazem a injeção das doses de solução nutritiva para cada tratamento no momento determinado, sendo uma bomba para o tratamento de fertirrigação diário, outra para o tratamento com intervalo de três dias e a terceira com intervalo semanal. Salientando que ao final, todos os tratamentos recebem a mesma quantidade de solução nutritiva, conforme doses estabelecidas por Mattos Jr et al. (2005). As doses de solução nutritiva aplicadas são alteradas ao longo do ano, de acordo com cada fase fenológica da cultura.

Os fertilizantes que compõe a solução nutritiva são classificados, conforme a sua reação nesta solução, em ácidos e alcalinos. Assim, utiliza-se dois tanques, justamente para separar estes dois tipos. As soluções são preparadas a cada 1,5-2 meses, conforme o consumo da solução na fertirrigação.

### 5.1.3 Fenologia: crescimento vegetativo

De acordo com os tratamentos aos quais as plantas estão submetidas, espera-se diferenças no seu crescimento vegetativo. Dessa forma, através da contabilização do número de brotes e do comprimento destes, obtém-se uma estimativa do crescimento das plantas.

As contagens e medições são realizadas em uma área amostral de 0,25 m<sup>2</sup>, com duas mensurações por planta, uma de cada lado, tendo em vista a linha de plantas.

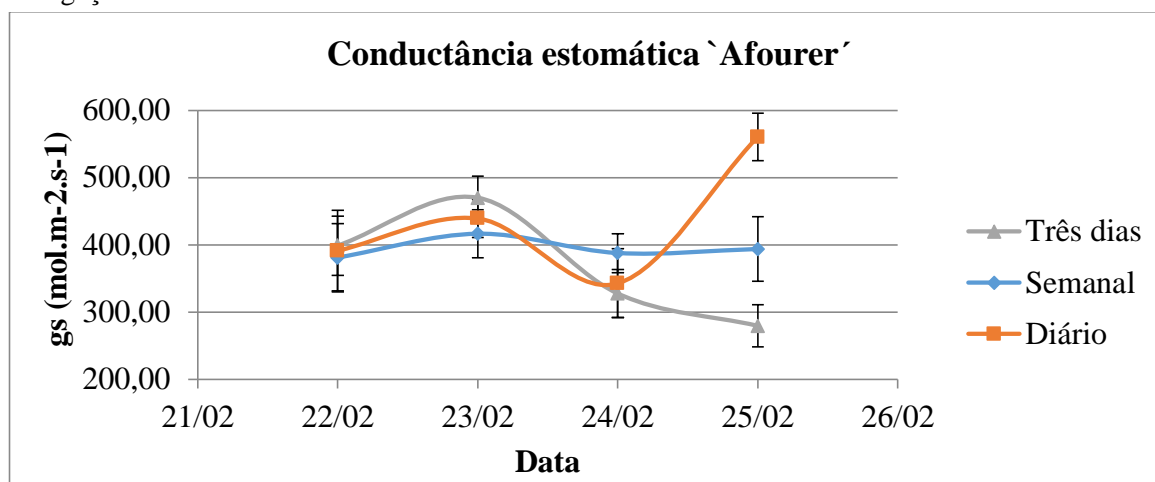
### 5.1.4 Análises fisiológicas

As condições ambientais estão intimamente ligadas ao funcionamento fisiológico das plantas. A fim de verificar alguns aspectos do metabolismo, realizou-se medições dos níveis de clorofila e de condutância estomática nas folhas.

Para as medições de clorofila utilizou-se o clorofilômetro portátil da marca Konica Minolta<sup>®</sup>. São realizadas 10 medições em cada unidade amostral, em intervalos quinzenais, medindo o conteúdo de clorofila através da intensidade de cor verde nas plantas. O aparelho quantifica mudanças de cor antes que essas possam ser percebidas visualmente pelo olho humano. Há uma forte correlação entre os valores de intensidade da cor registrados e os teores foliares de nitrogênio.

A condutância estomática foi determinada com auxílio de um porômetro AP4 da marca Degagon Devices<sup>®</sup>, o qual determina a condutância dos estômatos a partir da mensuração da passagem de água em função do tempo (Figura 2) e mede também a temperatura da folha (Tf) neste mesmo instante (Tabela 1).

**Figura 02** – Condutância estomática (gs) avaliada as 9h30min de cada dia, durante uma semana em plantas cítricas da tangerineira ‘Afourer’. Salto, Uruguai, 2016. Obs.: Fertirrigação realizada no dia 22/02 para todos tratamentos e no dia 25/02 para o tratamento três dias. O tratamento ‘diário’ recebeu fertirrigação todos os dias.



**Tabela 1** – Temperatura foliar (Tf) das plantas obtida no exato momento da determinação da condutância estomática (gs) avaliada as 9h30min de cada dia, durante uma semana em plantas cítricas da tangerineira ‘Afourer’. Salto, Uruguai, 2016.

Data	Diário	Semanal	Três dias
22/02	30,0	30,6	30,1
23/02	29,4	30,3	30,8
24/02	29,7	30,6	31,5
25/02	30,1	32,4	33,8

### 5.1.5 Análise nutricional

Todos os anos, no mês de fevereiro, realiza-se a coleta de folhas para análise nutricional da planta. Foram coletados cerca de 30 ramos com folhas, correspondentes ao fluxo vegetativo de verão, em cada tratamento e em duas repetições. Pode-se realizar este tipo de análise em qualquer época do ano devido a metodologia utilizada.

As estruturas vegetativas coletadas são trituradas, embebidas com Éter e congeladas por dois dias. Após é retirado o éter e feita a prensagem para a extração da seiva. A solução de seiva extraída é posta para decantar por 24 horas, com o objetivo de separar o éter residual da seiva propriamente dita. Por fim, a seiva pura é enviada ao laboratório para análise nutricional.

### 5.1.6 Coleta de solução do solo

Quinzenalmente coletou-se amostras da solução do solo para análise química, além do monitoramento da condutividade elétrica da mesma. As coletas foram realizadas por meio de sucção da solução, com auxílio de seringas, através de cápsulas porosas previamente instaladas em diferentes profundidades, 20 e 40 cm, e de acordo com os tratamentos propostos.

## 5.2 Outras atividades

### 5.2.1 Medições de fotossíntese

O processo fotossintético pode ser considerado um dos processos mais importantes do planeta. Em plantas, é possível a mensuração deste processo através da análise das trocas gasosas que ocorre na superfície das folhas. Utilizou-se o medidor de fotossíntese portátil CIRAS-2<sup>®</sup> da marca PPSsystem<sup>®</sup> para a mensuração de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci). As medidas são obtidas por meio de medidor de trocas gasosas por infra-vermelho.

O CIRAS-2<sup>®</sup>, por ser equipado com fontes próprias de luz, sistema de aquecimento e refrigeração e por possibilitar a regulação da concentração de CO<sub>2</sub> no âmbito da folha, é uma ferramenta extremamente útil para a determinação do comportamento fisiológico das plantas em diversas situações. Além disso, esclarece muitas hipóteses em termos de referências fisiológicas de plantas em situação de campo.

Realizou-se medições em plantas do programa de melhoramento de citros para analisar e comparar a eficiência fotossintética de diversos genótipos obtidos em relação a seus genitores, sendo importante ferramenta para verificar ganhos em eficiência e/ou resistência em possíveis variedades.

As medidas de trocas gasosas foram realizadas com níveis de irradiância de 800  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , temperatura de 25 °C e níveis de CO<sub>2</sub> ajustados para 400 ppm. As medições foram realizadas entre as 9 e 12 horas do dia, em dias sem ou pouca presença de nuvens. Os fatores hídricos não são relevantes, uma vez que os pomares possuem sistema de irrigação localizada e eficiente. Sendo estas condições consideradas ótimas para os processos fotossintéticos da planta cítrica.

### 5.2.2 Condução de mudas em ambiente protegido

O INIA produz suas próprias mudas para os seus experimentos. Conforme os planos de instalação de um novo experimento para avaliação de densidade de plantas por área e diferentes porta enxertos, estão sendo cultivadas mudas em ambiente protegido.

A produção de mudas de qualidade requer uma série de cuidados quanto a condução e sanidade das mudas. Realizou-se fertirrigação, através de aplicações manuais com auxílio de copo dosador, três vezes por semana.

Constantemente foram feitas podas de retirada de brotos laterais de porta-enxerto e da própria variedade copa a fim de se obter mudas de haste única para posterior condução no campo. Juntamente das podas é realizado o tutoramento da muda, de acordo com o crescimento vertical da planta.

Seguidamente foram realizadas aplicações de fungicidas protetores a base de cobre e de inseticida a base de Abamectina para o controle do minador-dos-citros, comumente encontrado nas brotações jovens.

## **6. DISCUSSÃO**

Atualmente há uma gama enorme de equipamentos e metodologias utilizadas em mensurações para monitorar o comportamento das plantas de acordo com as intervenções de manejo ou naturalmente ocorridas através da complexidade ambiental. Estas tecnologias diferenciam-se entre si em termos de custos, conhecimento exigido para seu emprego, facilidade operacional, tempo necessário para efetuar a medida, entre outros. Os pesquisadores do INIA, buscam elucidar suas hipóteses com base no maior número de informações possíveis sem deixar de lado a praticidade visada pelos produtores no campo.

São diversos os métodos utilizados para a determinação da quantidade e do momento de irrigar. Segundo Mantovani et al. (2007), os métodos mais populares são baseados na evapotranspiração da cultura, através das condições atmosféricas e/ou monitoramento da água no solo.

A análise do estado hídrico da planta perante a lâmina de água aplicada confirma a eficiência da irrigação. Com o desenvolvimento de dendrômetros mais modernos e o aumento da qualidade e disponibilidade dos coletores de dados eletrônicos, a utilização da amplitude máxima diária (AMD) obteve renovada atenção nas pesquisas como indicador do estado hídrico de plantas. A utilização destes equipamentos ainda não é uma recomendação prática aos fruticultores, porém no ramo da pesquisa científica auxilia a explicar muitas hipóteses. Tem-se visto diversos trabalhos com fruteiras apresentando boa correlação entre a contração e dilatação do caule e as mudanças do estado hídrico das plantas (HUGUET et al., 1992; GINESTAR; CASTEL, 1998; COHEN et al., 1997).

Experimentalmente, monitorou-se as fenofases das plantas submetidas aos tratamentos de irrigação + adubação convencional e fertirrigação. Conforme Bergamaschi (2010), a



caracterização fenológica permite o detalhamento do ciclo da planta de acordo com as respostas fisiológicas que estas tem em relação as condições que lhe são propostas.

A fertirrigação é uma ferramenta que está sendo amplamente difundida na fruticultura mundial. Para Mantovani et al. (2003), a fertirrigação é o mais eficiente meio de fertilização e combina dois fatores essenciais no crescimento e desenvolvimento das plantas: água e nutrientes. Sua introdução agrega vantagens como melhoria da eficiência e uniformidade de aplicação de adubo, possibilidade de redução na dosagem de nutrientes com a aplicação dos nutrientes no momento e na quantidade exatos requeridos pelas plantas, maior aproveitamento do equipamento de irrigação, menor compactação e redução dos danos físicos às plantas com a redução do tráfego de máquinas dentro da área, redução de contaminação do meio ambiente devido ao melhor aproveitamento dos nutrientes móveis no solo quando aplicados via irrigação localizada e menos utilização de mão-de-obra.

O uso da técnica da fertirrigação, através dos benefícios que esta proporciona, vem sendo utilizada mais em regiões com produção de frutos de mesa devida a busca pela qualidade dos frutos. Deve-se realizar estudos para o uso desta técnica em sistemas de grande escala comercial, como é o caso da produção de laranjas para suco. Conforme Souza et al. (2012b), os projetos de fertirrigação devem ser preparados de forma específica para cada variedade de laranja cultivada.

Com auxílio de medidores de clorofila portáteis podem ser realizadas medições com a planta viva sem danificá-la (método não destrutivo), assim é possível tomar decisões e realizar intervenções de manejo antes de comprometer o rendimento. Além da simplicidade de uso, apresenta outros benefícios como medições rápidas e precisas. Em virtude disso, vem sendo utilizado por diversos pesquisadores e alguns produtores mais tecnificados, em diversas culturas.

Para a medição da condutância dos estômatos pode-se utilizar porômetros ou os próprios medidores de fotossíntese. O porômetro mede somente a condutância estomática ( $gs, mol.m^{-2}.s^{-1}$ ) e enquanto não representa uma medição de fotossíntese, a condutância estomática pode sugerir uma medição relativa da mesma. Avaliações mais completas podem ser feitas com um medidor de trocas gasosas, como a assimilação fotossintética de carbono ( $A, \mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ), a densidade fluxo de fótons fotossintéticos ( $DFFF, \mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ) e a condutância estomática ( $gs, mol.m^{-2}.s^{-1}$ ). Ambos equipamentos preconizam o método não destrutivo das amostras avaliadas.

No experimento de medições pontuais de condutância estomática pôde-se perceber uma tendência de aumento da condutância das plantas irrigadas diariamente, enquanto na frequência de fertirrigação de três dias e semanal os valores diminuíram e se mantiveram mais constantes, respectivamente. Apenas no último dia avaliado, houve diferenças significativas na comparação das médias pelo teste T de Student ao nível de 5% de significância. Palma (2014), em pesquisas realizadas com *Vitis vinifera* L. cultivar Touriga, encontrou maiores valores de condutância estomática nos tratamentos com maior disponibilidade hídrica. Conforme Machado et al. (2005), a temperatura foliar também influencia a condutância, devido as alterações na intensidade das reações metabólicas no interior da folha.

A análise do estado nutricional é muito importante, principalmente na fertirrigação, onde constantemente estão sendo adicionados nutrientes no solo. Tradicionalmente, a determinação do teor de nutriente nos tecidos é realizada através da análise da quantidade dos elementos acumulados nas folhas. Outra técnica foi desenvolvida e aperfeiçoada nos últimos anos, principalmente em São Paulo, para a cultura dos citros e hoje já está sendo utilizada em outros cultivos. Trata-se da análise da seiva da planta. Segundo Souza et al. (2012a), a análise da seiva é sensível às variações da adubação, principalmente com N e K. Os autores neste mesmo estudo inferiram que os valores de pH na seiva mantêm-se constantes, independentemente dos tratamentos e da acidificação observada na solução do solo, que existe alta concentração de K na seiva, sendo esta maior que todos os outros nutrientes minerais analisados e, finalmente, que a análise da seiva pode ser empregada como ferramenta auxiliar na avaliação do estado nutricional de plantas cítricas.

A utilização de extratores de cápsulas porosas, para extrair a solução do solo, é bastante difundida, principalmente por seu fácil manejo e custo relativamente baixo. Conforme Souza et al. (2012b), a análise da solução do solo, obtida por extratores de cápsula porosa, pode ser considerada uma ferramenta auxiliar, para monitorar e avaliar a disponibilidade de nutrientes em sistemas de fertirrigação na citricultura, exceto para os micronutrientes cobre e ferro.

Com base nas diversas formas adotadas para avaliar e monitorar os efeitos dos tratamentos de frequência de fertirrigação e da comparação de formas convencionais de fertilizar com a fertirrigação, na Estação Experimental Salto Grande – INIA, observa-se que estas avaliações são condizentes com o objetivo experimental proposto.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização deste estágio, além de cumprir com as exigências da grade curricular do curso, foi muito proveitosa uma vez que pude vivenciar o dia a dia em uma Estação Experimental de referência nacional e internacional. Possibilitou a aplicação prática dos conceitos aprendidos até o momento, além da oportunidade de conhecer outras tecnologias inovadoras em uso na citricultura moderna, que busca constantemente uma produção mais limpa com base na preservação dos recursos ambientais para as gerações vindouras, a produção de frutos de qualidade para atender os mercados mais exigentes e o retorno econômico às pessoas que dependem desta cadeia.

Com base nas atividades realizadas durante este período, infiro que estas foram de grande valia para meu crescimento técnico profissional e pessoal. Acima de tudo, foram fundamentais para a sedimentação dos conhecimentos nas áreas de agrometeorologia, química e física do solo, irrigação, fisiologia vegetal e nutrição dos citros.

Por fim, recomendo a realização de estágios nesta Estação Experimental se o objetivo seja os temas acima tratados, bem como os demais assuntos lá trabalhados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO MUNDIAL. **El país en datos: Uruguay**. Grupo Banco Mundial. Washington, 2016. Disponível em: <<http://www.bancomundial.org/es/country/uruguay>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

BERGAMASCHI, H. **Fenologia**. Editora UFRGS. Porto Alegre, 2010.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. **Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.949-956, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n7/a04v36n7.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

BRUNO, Y. **Cítricos: situación y perspectivas**. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Republica Oriental de Uruguay. Montevideo, 2010. Disponível em: <<http://www.mgap.gub.uy/opypublicaciones/ANUARIOS/Anuario2010/material/pdf/13.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

COELHO, E. F.; SIMÕES, W. L. **Onde Posicionar Sensores de Umidade e de Tensão de Água do Solo Próximo da Planta para um Manejo mais Eficiente da Água de Irrigação**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, Bahia, 2015. 6p. (Circular Técnica). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118884/1/CircularTecnica-109-Onde-posicionar-sensores.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

COHEN, Y.; AMELIO, T.; CRUIZIAT, P.; ARCHER, P.; VALANCOGNE, C.; DAYAU, S. **Yield and physiological responses of walnut trees in semiarid conditions: application to irrigation scheduling**. Acta Horticulturae, 1997. n.449, p.273-280. Disponível em: <[http://www.actahort.org/books/449/449\\_39.htm](http://www.actahort.org/books/449/449_39.htm)> Acesso em: 30 mar. 2016.

CONEAT-MGAP. **Grupos de suelos: Indices de productividad**. Comision Nacional de Estudio Agroeconomico de la Tierra – Ministerio de Ganaderia, Agricultura y Pesca de la Republica Oriental del Uruguay. Montevideo: Tecnograf, 1994. 182p.

DIEA-MGAP. **Resultados de la Encuesta Citrícola**. División de Estadísticas Agropecuarias - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de la República Oriental del Uruguay. Montivideo, 2014. Disponível em: <<http://www.mgap.gub.uy/portal/afiledownload.aspx?2,1,3,O,S,0,9724%3BS%3B1%3B16,>>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

DONADIO, L. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; MOREIRA, C. S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. **CITROS**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p.1-18.

DUENHAS, L. H.; VILLAS BÔAS, R. L.; SOUZA, C. M. P.; RAGOSO, R. A.; BULL, L. T. **Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) ‘Valência’**. Rev. Brasileira de Fruticultura, v.24, p.214-218, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452002000100046](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452002000100046)>. Acesso em: 28 mar. 2016.

DURÁN, A.; CALIFRA, A.; MOLFINO, J. H. **Suelos del Uruguay según soil taxonomy**. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica. Montevideo, 1999. Disponível em: <[http://cebra.com.uy/renare/media/Suelos\\_del\\_Uruguay\\_segun\\_Soil\\_Taxonomy.PDF](http://cebra.com.uy/renare/media/Suelos_del_Uruguay_segun_Soil_Taxonomy.PDF)>. Acesso em: 22 mar. 2016.

DURÁN, A. **Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay**. Division de Suelos y Fertilizantes. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. República Oriental del Uruguay. Montevideo, 1976.

ENCICLOPÉDIA GEOGRÁFICA DEL URUGUAY. **Geografía Política**. Montivideo Portal. Disponível em: <<http://www.montevideo.com.uy/enciclopedia/>>. Acesso em: 23 mar.2016.

FAO. **FAOSTAT**. [Database results]. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

GINESTAR, C.; CASTEL, J.R. **Use of stem dendrometers as indicators of water stress in drip-irrigated citrus trees**. Acta Horticulturae, 1998. n. 421. p.209-216. Disponível em: <[http://www.actahort.org/books/421/421\\_22.htm](http://www.actahort.org/books/421/421_22.htm)> Acesso em: 30 mar. 2016.

GOÑI, C; OTERO, A. Estudio de los cambios fisiológicos y metabólicos provocados por el anegamiento en mandarinas Satsumas y Clemenules. In: **Resultados de Avances de Investigación en Ecofisiología y Nutrición de Cítricos**. Série Actividades de Difusion - INIA. Salto, 2013. n.708 p.2-15. Disponível em: <<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/12940180413095939.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

HABERMANN, G. **Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeiras-doce (*Citrus sinensis* L. Osbeck cv. Pera) com clorose variegada dos citros (CVC)**. Unesp - Botucatu, 1999. 79p.

HUGUET, J. G.; LI, S.H.; LORENDEAU, J. Y., PELLOUX, G. **Specific micromorphometric reactions of fruit trees to water stress and irrigation scheduling automation**. J. Hort. Science, 1992. n. 67. p.631-640. Disponível em: <<http://www.agrotechnologies.com/ang/documentation/pdf/publi1ch2.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2016.

IBGE. Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. **Anuário Estadístico 2015**. República Oriental del Uruguay. Montivideo, 2015. Disponível em: <<http://www.ine.gub.uy/documents/10181/351713/Anuario+Estad%C3%ADstico+2015/9b97bb4e-f863-4ffc-bd62-b5356b3aa732>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

INTENDENCIA DE SALTO. **Acerca de Salto**. Rutas y Recorridos. Disponível em: <<http://www.salto.gub.uy/acerca-de-salto/ubicacion-y-rutas#>>. Acesso em 22 mar. 2016.

INUMET. **Estadísticas climatológicas**. Instituto Uruguayo de Meteorología. Montevideo, 2016. Disponível em: <<http://www.meteorologia.com.uy/ServCli/tablasEstadisticas>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rigel, 1994. 446p.

KRIEDEMANN, P. E. **Photosynthesis and transpiration as a function of gaseous diffusive resistance in orange leaves**. *Physiologia Plantarum*. 1971. v.24, p.218-225. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1971.tb03482.x/abstract>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. **Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, p. 1161-1170, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n12/27505.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Ed. UFV: Viçosa, 2007. 358p.

MANTOVANI, E. C. et al. **Manejo de Irrigação e Fertirrigação na cultura da goiabeira**. In: ROZANE, D. E.; COUTO, F. A. *Cultura da goiabeira – Tecnologia e Mercado*. Viçosa, 2003. p.53-78.

MATTOS JUNIOR, D.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A. **Nutrição dos citros**. In: In: MATTOS JUNIOR, D. et al. **CITROS**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p.197-219.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. **Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica**. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 1999. v.11, p.29-34. Disponível em: <<http://www.cnpdia.embrapa.br/rbfv/pdfs/v11n1p29.pdf>> Acesso em: 26 mar. 2016.

NEVES, M. F. (Org). **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 138 p. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com/analisesetorial/>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

OLIVEIRA, R. P. DE et al. **Estado da arte da produção orgânica de citros no Rio Grande do Sul**. In: **Produção orgânica de citros no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. p. 30-39. (Sistema de produção nº 20).

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. **Agroclimatologia e o cultivo dos citros**. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A. A. (Ed.). **Citricultura Brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.153-188.

PALMA, A. F. J. **Efeito da rega deficitária na fisiologia, crescimento vegetativo, produção e qualidade da uva, casta Touriga Nacional (*Vitis vinifera* L)**. 2014. 85p. Dissertação – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. Lisboa - Portugal, 2014. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/7064/1/Tese,%20Andr%C3%A9%20palma,%20Touriga%20Nacional%20-%20def%2021%20Julho%202014.pdf?>> Acesso em 01 abr. 2015.

PIRES, R. C. M.; LUCHIARI, D. J. F.; ARRUDA, F. B.; Mossak, I. **Irrigação**. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. **CITROS**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p.369-408.

QUAGGIO, J. A., RAIJ, B. Van, PIZA JÚNIOR, C. L. **Frutíferas**. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª. ed. Campinas: IAC, 1997. p.119-52.

SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. **CITROS**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p.319-344.

SOUZA, T. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; QUAGGIO, J. A.; SALOMÃO, L. C.; **Nutrientes na seiva de plantas cítricas fertirrigadas**. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal - SP, 2012a. v.34, n.2, p.482-492. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n2/22.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

SOUZA, T. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; QUAGGIO, J. A.; SALOMÃO, L. C.; FORATTO, L. C. **Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar fertirrigado de citros**. Rev. pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, 2012b. v.47, n.6, p.846-854. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pub/article/view/11590/7389>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

SYVERTSEN, J. P.; LLOYD, J. J. Citrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Boca Raton, Florida: CRC, 1994. v.2, p.65-99.

SYVERTSEN, J. P.; SMITH, M. L.; ALLEN, J. C. **Growth rate relations of citrus leaf flushes**. Ann. Bot., v.47, p.97-105, 1981.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. **Incorporação da densidade no ajuste de dois modelos à curva de retenção de água no solo**. R. Bras. Ci. Solo, 26:305-314, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n2/03.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

URUGUAI.ORG. **Mapa político do Uruguai**. Disponível em: <<http://www.uruguai.org/mapa-politico-do-uruguai/>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

URUGUAY XXI. **Promoción y Comercio Exterior Citrícol del Uruguay**. Promoción de Inversiones y Exportaciones. Montevideo, 2015a. Disponível em: <<http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp-content/uploads/sites/9/2015/09/Sector-C%C3%ADtricos-Setiembre-2015-Uruguay-XXI.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

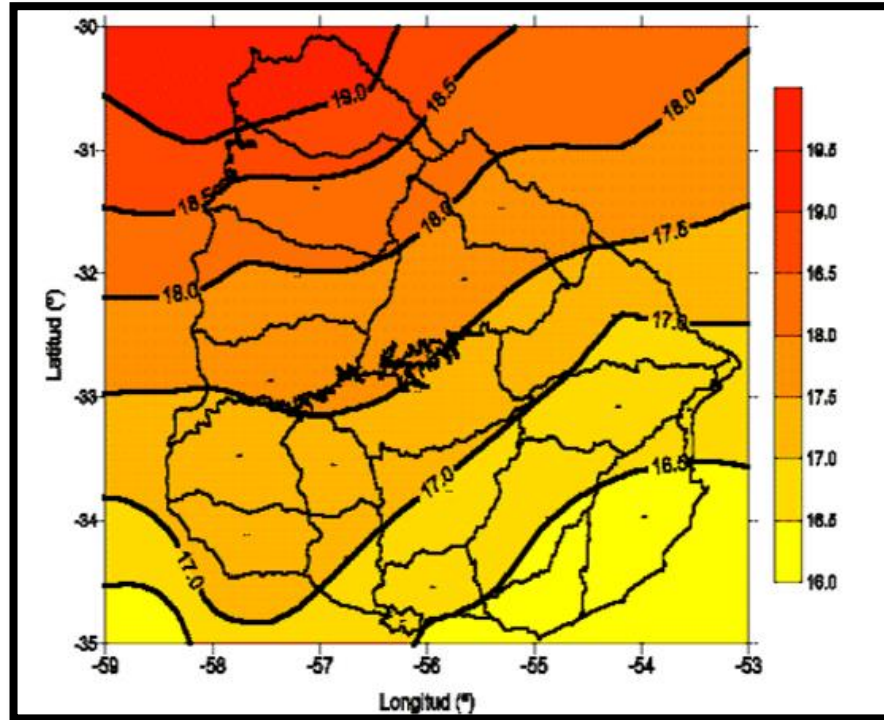
URUGUAY XXI. **Sector Agronegocios**. Promoción de Inversiones y Exportaciones. Montevideo, 2015b. Disponível em: < <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp-content/uploads/sites/9/2015/06/Informe-Agronegocios-Junio-2015.pdf> >. Acesso em: 23 mar. 2016.

VU, J. C. V. & YELENOSKY, G. **Water deficit and associated changes in some photosynthetic parameters in leaves of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* Osbeck)**. Plant Physiology, 1988. v.88, p.375-378. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1055584/>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

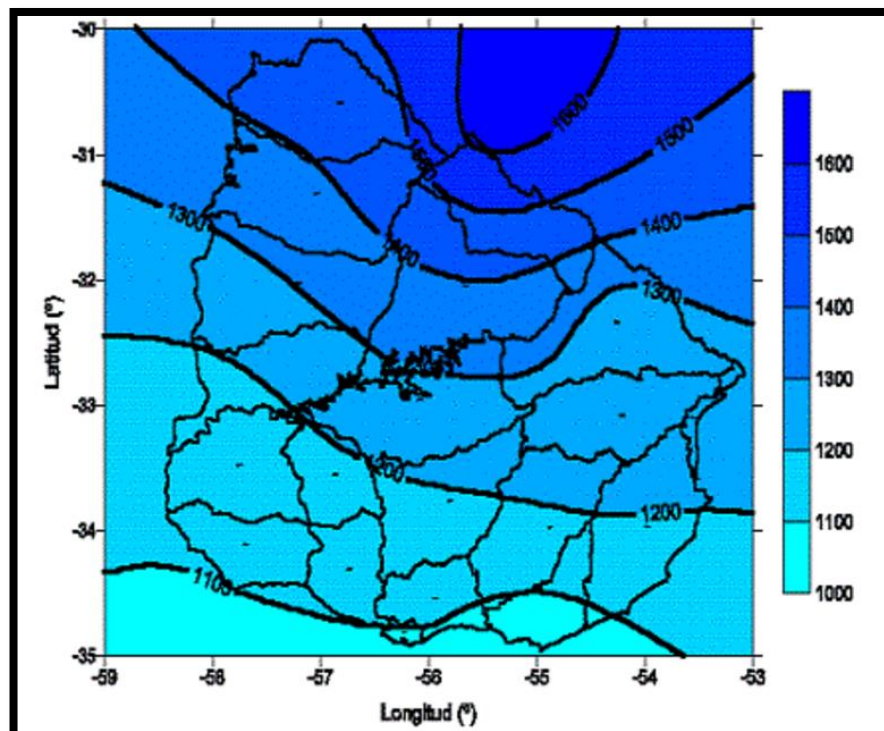
ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; SILVA, J. A. A. **Irrigação em citros**. Jaboticabal: Funep, n.3, 1998. p.35 (Boletim Citrícola).

## ANEXOS

ANEXO A – Mapa da série histórica de dados (1961 – 1990) de temperatura, em °C, do Uruguai (INUMET, 2016).



ANEXO B – Mapa da série histórica de dados (1961 – 1990) de precipitação, em mm, do Uruguai (INUMET, 2016).





**ANEXO C – Déficit hídrico calculado pelo balanço hídrico no terceiro decêndio de janeiro - 2016 no Uruguai, evidenciando a existência de períodos de falta de água para as culturas e confirmando a necessidade de sistemas de irrigação (INUMET, 2016).**

