
SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA O MONITORAMENTO DE FATORES AMBIENTAIS E CONTROLE DA QUALIDADE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO HIDROPÔNICO EM CASAS DE VEGETAÇÃO

Autores

Pedro Paulo da Cunha Machado

Email: pedromac@ufrrj.br

Vínculo: Pós-graduação em Ciência do Solo - UFRRJ

Endereço: Instituto de agronomia – Dep. de solos - UFRRJ - Seropédica – RJ

Cep: 23835-590 - Telefone: (021) 682 1308 Telefone Particular: (021) 9641 00 18

Manlio Silvestre Fernandes

Email: manlio@ufrrj.br

Vínculo: Professor do Departamento de Solos - UFRRJ

Endereço: Instituto de Agronomia - Departamento de Solos - UFRRJ - Seropédica – RJ

Cep: 23835-590 - Telefone: (021) 682 1308 Telefone Particular: (021) 239 01 03

Resumo

Um sistema automático foi desenvolvido para o controle das condições ambientais em casa de vegetação, e que permite os seguintes monitoramentos: intensidade luminosa; temperatura do ambiente; temperatura da solução nutritiva no reservatório; temperatura da solução nutritiva nas fileiras de plantio; condutividade elétrica da solução nutritiva no reservatório; condutividade elétrica da solução nutritiva nas fileiras de plantio; número de reposições de água no reservatório; pH da solução nutritiva no reservatório e pH da solução nutritiva nas fileiras de plantio. Além dos monitoramentos citados, também podem ser feitos as gravações dos dados em disco e o controle do pH e da condutividade elétrica da solução nutritiva, por meio do software gerenciador em execução no computador. Com a utilização deste sistema, procura-se diminuir as atividades humanas na coleta de dados e no manejo do cultivo hidropônico, reduzindo os trabalhos repetitivos e os erros que normalmente acompanham estas atividades, podendo ser utilizado tanto por pesquisadores quanto por produtores. Todo equipamento foi desenvolvido procurando-se maior simplicidade de projeto para facilitar a manutenção e reduzir os custos. Todos os circuitos utilizam peças encontradas no comércio brasileiro.

Abstract

An automatic system was developed to monitor growing conditions in the green. It monitors: luminous intensity; air temperature; reservoir; nutrient solution temperature of the troughs; electric conductivity of the nutrient solution in the

reservoir; electric conductivity of the nutrient solution in the trough plantation arrays; number of water replacements in the reservoir; pH of the nutrient solution in the reservoir and pH of the nutrient solution in the plantation arrays. It also allows for the recordings of the data in disk, to control of the pH and the electric conductivity of the nutrient solution, by means of the software manager. The aim of this system is to reduce the human activities in the data acquisition and in the management of the hydroponics cultivation, reducing repetitive works and the mistakes that usually happen in the execution of these activities. It could be used for researchers or producers. The whole equipment was developed aiming at maximum simplicity, to facilitate the maintenance and to reduce costs. All the circuits use parts are easily found in the Brazilian markets.

Palavras Chaves

Automação; monitoramento de fatores ambientais; hidroponia; controle da solução nutritiva; casa de vegetação.

1. INTRODUÇÃO

A hidroponia refere-se ao cultivo de plantas em uma solução nutritiva, estática ou em fluxo, constantemente aeradas (MARTINEZ, H. E. P. & SILVA FILHO, J. B. , 1997). Esta técnica é bastante difundida em todo o mundo. Vem sendo empregada no cultivo de hortaliças e também em floricultura. Esta técnica, possui muitas vantagens em relação ao cultivo convencional. Em particular, possibilita o controle do ambiente por meio do uso dos modernos sistemas de automação (MACHADO, 2000).

O presente trabalho, refere-se a um conjunto de dispositivos eletrônicos que são conectados a saída de impressora de um computador padrão IBM-PC, (Pentium 100 MHz ou superior), e que por meio de um programa especialmente desenvolvido, serve para o monitoramento de fatores ambientais e controle automático da qualidade da solução nutritiva, em um sistema de cultivo hidropônico tipo NFT.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O computador usado é compatível com IBM PC, com uma frequência mínima de processamento de 100 MHz. Este computador ao executar um programa especialmente desenvolvido, faz a aquisição dos valores dos fatores ambientais por meio da leitura de sensores específicos nele acoplados.

Ao todo, foram desenvolvidos 24 circuitos eletrônicos para compor o sistema automático. Que são: 2 fontes de alimentação; 1 acoplador de entrada; 1 acoplador de saída; 1 atuador; 8 conversores tensão/frequência; 3 sensores de temperatura; 2 sensores de pH; 2 sensores de C.E.; 1 sensor de luminosidade; 1 sensor de reposição

de água; 1 timer para a bomba e um circuito de prevenção contra o travamento do computador.

Uma fonte de alimentação possui saídas +5,-5,+12 e -12 Volts, por 1,5 A, e a segunda fonte auxiliar possui saídas de +12 e -12 V, por 1,5 A. O circuito acoplador de entrada contém 9 entradas para sinais digitais. O circuito acoplador de saída, contém 8 saídas de digitais. Os 8 circuitos de conversão tensão/frequência, são usados para as conversões dos sinais analógicos vindos dos sensores, para sinais digitais (frequência), para serem lidos pelo computador.

Os circuitos sensores de condutividade elétrica da fileira de plantas e da condutividade elétrica da solução do reservatório, são utilizados para a leitura e o controle da condutividade elétrica da solução nutritiva. Estes circuitos, foram calibrados para uma faixa de 0,5 a 6,0 mS.cm⁻¹, que é suficiente para todas as culturas usadas no sistema hidropônico. Os eletrodos de condutividade elétrica, foram construídos com barras de grafite, obtidas com a reciclagem de pilhas secas zinco/carbono tipo "AA", e montadas em compartimento de PVC.

Os circuitos sensores de pH da solução nutritiva, foram calibrados para uma variação de 0 a 14 da faixa de pH, com um sinal analógico de saída variando de 0 a 6 volts. Os eletrodos de pH usados nestes circuitos foram adquiridos comercialmente.

Os circuitos sensores de temperatura da solução nutritiva do reservatório, temperatura da solução no final das fileiras de plantio e temperatura ambiente, utilizam como sensores os semicondutores 1N4001 protegidos com uma capa de resina epóxi. Foram calibrados para a unidade de graus Celsius, para uma faixa de 0 a 70 graus.

O circuito atuador, responsável pela energização das válvulas solenóides, é composto por 7 relês de 110 Volts, por 10 A.

A medida da luminosidade da casa de vegetação é realizada por um circuito eletrônico que tem como sensor o fototransistor TIL 100. Este circuito, foi calibrado na unidade de Pés-vela. Sendo que um **Pé-vela equivale a 10,76 Lux**.

Para a proteção contra o travamento do computador, foi desenvolvido um circuito eletrônico intermediário entre a rede de 110 Volts e o circuito atuador. Caso o computador deixe de executar o processamento normal dos dados no momento em que uma ou mais válvulas solenóides estejam abertas, este circuito de proteção para de energizar o circuito atuador, evitando que as soluções de controle contidas nos recipientes sejam totalmente despejadas no reservatório.

Para a manutenção da concentração de nutrientes (condutividade elétrica) e pH da solução nutritiva, são necessários 5 recipientes plásticos de 18 litros cada. Os recipientes plásticos contêm solução alcalina, ácida e as soluções nutritivas de reposição (FURLANI, 1999).

A Figura 1, apresenta uma visão geral do cultivo hidropônico sendo controlado automaticamente. Segundo o esquema, o (1) são os tubos de polipropileno de 0,075 m de diâmetro, perfurados, onde serão fixas as plantas de alface (2), os tubos de PVC (3) de 1/2 polegada, distribuem a solução nutritiva para as fileiras, os tubos (4) de 0,075 m, coletam a solução nutritiva, o tubo (5) 1/2 polegada, conduz a solução até os tubos de distribuição. Nas linhas de produção são dispostos três sensores: o número (6) é o eletrodo para medida do pH; o (7) é o eletrodo de condutividade elétrica; o (8, 18 e 23) são os sensores de temperatura da solução nutritiva no final das linhas de plantio, da temperatura ambiente e da temperatura da solução nutritiva do reservatório, sendo baseados no semicondutor 1N4001. O tubo (9) retorna a solução nutritiva para o reservatório de fibra de vidro (12), com capacidade para 1,5 m³. Uma bomba de 0,5 HP (10), faz circular a solução nas fileiras de plantas e promove a oxigenação da solução nutritiva do reservatório. Para controlar a intermitência da bomba foi desenvolvido um timer. Um registro (11), regula a vazão da solução nas fileiras, em 2 litros por minuto, e um circuito detector de nível (13) indica o ajuste do volume do reservatório com água.

No reservatório existem um eletrodo de condutividade elétrica (14) e um eletrodo de pH (15), idêntico aos mencionados anteriormente. A caixa (16) é feita de material isolante térmico (isopor) com paredes de 0,04 m de espessura, possuindo um ventilador para a circulação do ar interno, esta caixa protege o computador e os circuitos eletrônicos contra umidade e altas temperaturas. O número (17) corresponde ao circuito sensor de luminosidade, baseado no fototransistor Til 100, que capta a intensidade luminosa do sol (19), no interior da casa de vegetação.

O recipiente de plástico de número (20), contém solução alcalina, o recipiente (21) solução ácida e o de número (22, 23 e 24), contém solução de reposição de nutrientes "A", "B" e "C", respectivamente.

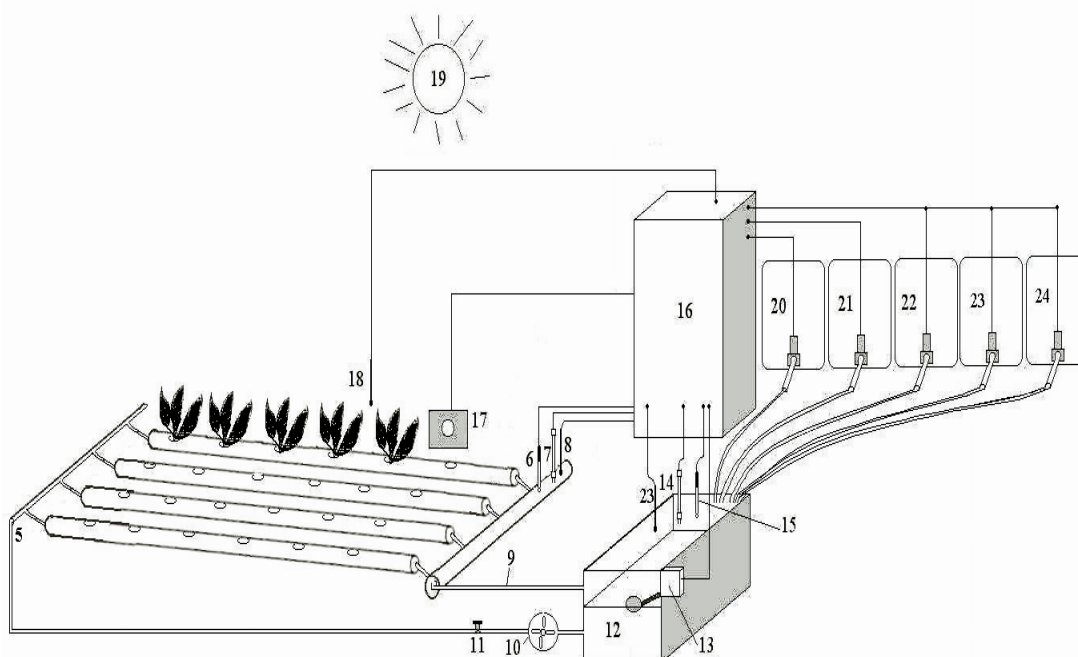


Figura 1. Esquema geral do sistema automático aplicado ao cultivo hidropônico NFT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aquisição das leituras com a utilização do sistema automático aplicado ao cultivo hidropônico de alface, foi iniciada no dia 30 de agosto, terminando no dia 21 de outubro de 1999.

As leituras foram gravadas em disco a cada hora, nos 53 dias em que o sistema permaneceu ligado. Devido às faltas de energia elétrica, travamentos do computador, vazamentos nas tubulações, e por motivos em que houve a necessidade do desligamento do sistema automático, foram feitas 1005 gravações de um total esperado de 1252.

A Figura 2 mostra que o sistema exerceu um efetivo controle sobre o pH e a condutividade elétrica (C.E.) da solução.

A Figura 3 e a Figura 4 mostram respectivamente a sensibilidade do sistema na detecção das variações de temperatura e luz na casa de vegetação.

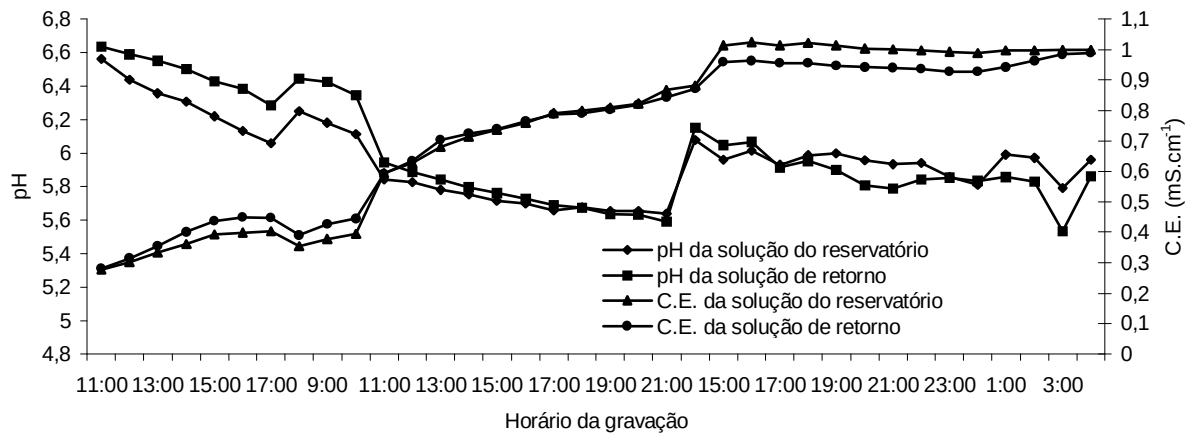


Figura 2 - Controle da Condutividade Elétrica para 1 mS.cm^{-1} e do pH para a faixa entre 5,5 a 6,5 (01/10 a 04/10/1999).

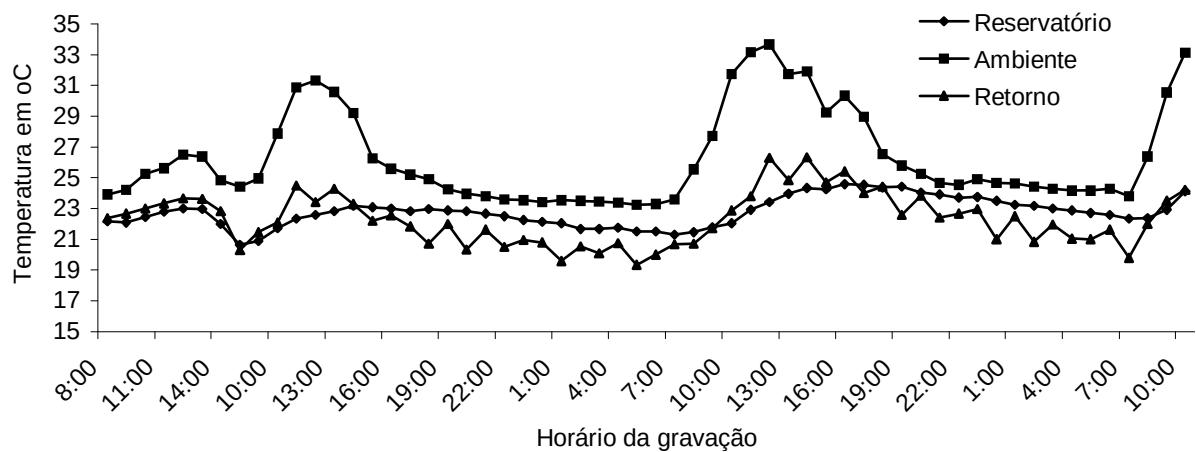


Figura 3 - Leitura da Temperaturas nos dias 04/10 a 07/10/1999.

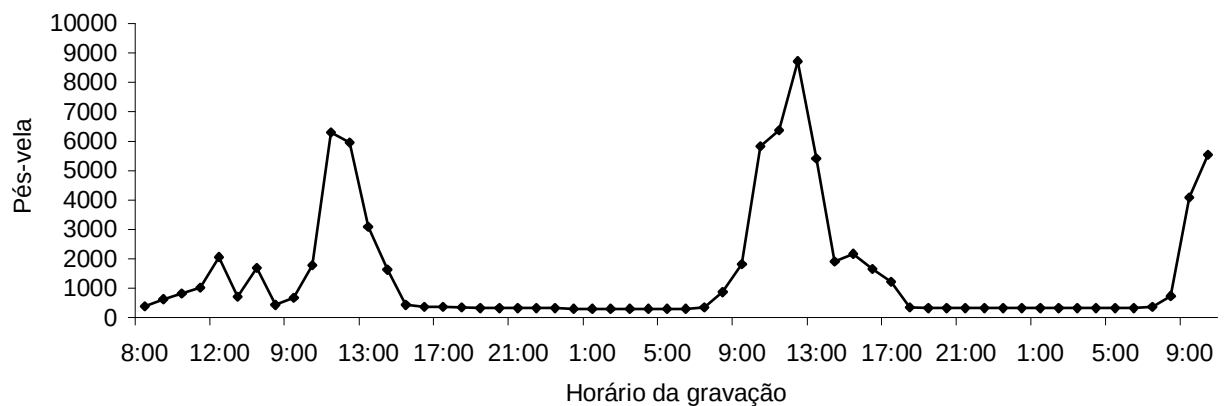


Figura 4 - Leitura da Luminosidade no interior da casa de vegetação nos dias 04/10 a 07/10/1999.

4. CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido mostrou-se eficiente na estabilização de crescimento da cultura, e bastante sensível no monitoramento das condições ambientais na casa de vegetação. Por seu baixo custo, e grande facilidade de manejo e reparação, acreditamos que ele será de grande utilidade para a expansão da hidroponia no Brasil.

5. REFERÊNCIAS

- FURLANI, P.R., SILVEIRA, L. C. P., BOLONHEZI, D. & FAQUIN, V. (1999) Cultivo Hidropônico de Plantas, Boletim Técnico nº 180, Instituto Agronômico (I.A.C.), 52p., Campinas, São Paulo.
-
- MARTINEZ, H. E. P. & SILVA FILHO, J. B. (1997) Introdução ao Cultivo Hidropônico de Plantas. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, 52p., Viçosa, Minas Gerais.
- MACHADO, P. P. C. (2000) Sistema Computadorizado Para o monitoramento de Fatores Ambientais e Controle da Qualidade da Solução Nutritiva no Cultivo Hidropônico em Casas de Vegetação, UFRRJ - Departamento de Solos, tese de doutorado, 117p., Rio de Janeiro.