

XXXX.XXXX¹, XXXX.XXXX², XXXX.XXXX³

¹ XXXX, XXXX, XXXX, XXXX, XXX@XXX.XXX.

² XXXX, XXXX, XXXX, XXXX, XXX@XXX.XXX.

³ XXXX, XXXX, XXXX, XXXX, XXX@XXX.XXX.

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: Ambientes protegidos para cultura de vegetais (estufas) têm-se mostrado eficientes na produção agrícola por garantirem o cultivo em um ambiente controlado proporcionando controles eficientes de luminosidade e temperatura o que faz com que a planta tenha um melhor desempenho de fotossíntese e um aumento direto na produtividade. Porém, as variáveis de ambiente precisam ser controladas e mantidas de acordo com a necessidade das plantas, tendo em vista que a sobrevivência delas depende exclusivamente de fatores artificiais. Neste artigo são apresentados os primeiros resultados de um Trabalho de Iniciação Científica que estuda a automatização eletrônica de estufas para produção de vegetais por meio da construção de uma estufa equipada com sensores e atuadores que monitoram o ambiente para um futuro controle inteligente.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo protegido; Sensores, Arduino, Agricultura.

AUTOMATION OF AN AGRICULTURAL GREENHOUSE: initial results

ABSTRACT: Protected environments for vegetable cultivation (greenhouses) have been shown to be efficient in agricultural production as they ensure cultivation in a controlled environment providing efficient light and temperature controls which makes the plant have better photosynthesis performance and a direct increase in productivity. However, environment variables need to be controlled and maintained according to the need of the plants, given that their survival depends exclusively on artificial factors. This paper presents the first results of a Scientific Initiation Work that studies the electronic automation of greenhouses for vegetable production through the construction of a greenhouse equipped with sensors and actuators that monitor the environment for future intelligent control.

KEYWORDS: Protect cultivation; Sensors; Arduino; Agriculture.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola em ambiente seguro (isolado por plástico ou vidro) protege as plantas das oscilações climáticas e dos fenômenos naturais (granizo, chuvas ininterruptas, por exemplo), garantindo uma produção uniforme e constante no decorrer do ano. Porém, este ambiente exige do produtor rural uma atenção muito maior já que ele necessita ser monitorado e controlado para o correto desenvolvimento da planta (SANTOS; BARRETO, 2012).

Este controle pode ser feito com a utilização de equipamentos que observam parâmetros como temperatura e umidade relativa do ar, pH da água, entre outros, ou com a utilização de sensores que podem fazer a monitoração do ambiente e atuadores que sejam acionados no caso de alguma anomalia detectada. Este artigo é o resultado de um trabalho de iniciação científica que procura estudar equipamentos eletrônicos disponíveis para trabalhar de forma colaborativa em estufas de produção agrícola. Em um primeiro momento do trabalho foi feito um estudo que levantou um conjunto destes equipamentos (placas controladoras, sensores e atuadores) para sua utilização na monitoração de ambientes protegidos de acordo com as necessidades de culturas vegetais. Assim, gerou-se um resultado de pesquisa que listou um conjunto de eletrônicos capazes de atuar no ambiente de forma eficaz resistindo a agressões como corrosão, por exemplo. Em um segundo momento, sendo objeto de apresentação neste artigo, realizou-se o estudo e monitoração de uma produção de leguminosa na estufa com equipamentos eletrônicos.

Desta forma, o objetivo proposto neste artigo é a apresentação dos resultados iniciais da utilização de uma estufa automatizada (equipada com atuadores e sensores eletrônicos) para a produção de vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do trabalho seguiu os passos: escolha da planta a ser cultivada, forma de registro dos dados, análise da produção mediante dados obtidos e conclusões dos resultados obtidos. A escolha da planta foi feita levando-se em conta que seu crescimento e sua uniformidade deveriam ser compatíveis com o tamanho da estufa (86 cm X 40 cm X 75 cm) e que ela possuísse um ciclo de produção curto. Após algumas análises, chegou-se à conclusão de que seria mais adequado utilizar-se feijão (*Phaseolus vulgaris*), na variedade carioca, pois quando adulta iria respeitar as dimensões da estufa e teria um ciclo curto de apenas três meses (em média). A produção do feijão na estufa foi realizada no início de março e finalizada na metade da segunda quinzena de abril. Foi utilizada terra vegetal (terra comum misturada a restos de folhas, caules e gravetos já estabilizados) e o local que a estufa ficou foi uma sala, ao lado de uma janela fechada, ao lado de outros trabalhos de pesquisa da instituição de ensino, refrigerada 12 horas por dia em torno de 23°C.

Figura 1- Protótipo de estufa baseado em modelo real. Fonte: Autores do projeto.



A forma de registro de dados ainda foi manual, a partir da leitura dos dados em sensores de temperatura, umidade relativa do ar e umidade do solo processados por uma plataforma de prototipagem eletrônica denominada Arduino (ROBERTS, 2015) e visualização dos dados em displays de LCD (*Liquid Crystal Display*) de 16×2 (16 caracteres x 2 linhas). A Figura 2 apresenta o sensor de umidade do solo (do lado esquerdo), os sensores de luminosidade, temperatura e umidade (ao centro) e os displays de exibição dos dados (ao lado direito).

A plataforma foi escolhida em virtude da facilidade de uso de sua interface de programação (utiliza a linguagem de programação C, dominada pelos integrantes do projeto) e seu baixo custo em relação a outros equipamentos eletrônicos de mesma função. Esta escolha derivou-se de um estudo realizado pelos autores em fase anterior, que também determinou os componentes adequados a resistir à corrosão, por estarem em um ambiente de alta umidade.

Figura 2- Sensor de umidade do solo (esquerda), sensores de umidade, temperatura e luminosidade (centro) e displays externo e interno (direita).



A análise dos registros dos dados coletados foi feita mediante a observação de como a cultura se apresentava no decorrer do tempo dentro da estufa, levando-se em consideração parâmetros de sua produção, além do acompanhamento de um engenheiro agrônomo que auxiliou na interpretação do desenvolvimento da planta mediante os dados colhidos. Foram coletadas informações internas da estufa (temperatura, umidade relativa do ar, umidade do solo e quantidade de lúmens) e externas da

estufa (temperatura e umidade relativa do ar). Por fim, foi feita uma compilação destas informações e foi registrado o resultado da produção o que possibilitou uma análise satisfatória da produtividade perante o ambiente que foi disponibilizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados os seguintes valores médios da produção: valores externos à estufa foram temperatura 23,5°C e umidade relativa do ar 66,50%; valores internos da estufa foram temperatura 22,6 °C, umidade relativa do ar 82,50%, umidade do solo 60% e quantidade de lúmens 30,21 lm. De acordo com estes resultados observou-se que a estufa conseguiu manter uma temperatura interna abaixo da externa e esta foi favorável à cultura do feijão que, por ser uma planta de clima tropical, suporta valores no intervalo de 18°C a 30°C, com média de 25°C. Durante a observação foi detectada uma média de 22,6°C. A recomendação de água para o feijão, caso fosse medida em um pluviômetro, é de 200 mm a 300 mm(STONE; SARTORATO, 2004). Como ainda não é possível medir a quantidade de água disponibilizada, foi adotado um sistema manual de irrigação por gotejamento, sempre que a umidade atingia valores de 50%, observada diariamente. Assim manteve-se uma umidade média de 60%. Não houve iluminação artificial, apenas a própria iluminação da sala onde se encontrava a estufa e esta ficou em média de 30,21lm. Isto foi feito para se descobrir como se daria o desenvolvimento da planta apenas com a iluminação da sala e da janela que estava ao lado dela. Na Figura 3 é o desenvolvimento da planta.

Figura 3 - Emergência (esquerda) e desenvolvimento com 15 dias (direita).



CONCLUSÕES

Foram detectadas deficiências decorrentes da falta de iluminação adequada, o que prejudicou a realização da fotossíntese (estiolamento). A temperatura e a umidade do solo e do ar foram satisfatórias para a produção pois as plantas não apresentaram nenhuma característica que indicasse falta ou excesso de algum destes elementos. Conclui-se que a estufa apresentou-se parcialmente adequada à produção isolando o ambiente interno do externo devido aos resultados obtidos da temperatura e

umidade; os sensores mantiveram-se íntegros dentro do ambiente sem sofrerem deterioração e o uso da terra vegetal foi suficiente para a nutrição da planta.

Diversos procedimentos manuais e a inadequação da luminosidade apontam para a oportunidade de vários trabalhos futuros, por exemplo: medição e controle do fluxo de água, iluminação por luz artificial e supervisão por uma *webcam* com registro dos dados em nuvem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço meu orientador e meu colaborador do projeto.

REFERÊNCIAS

SANTOS, Alan Badenas dos; BARRETO, Rafael Goes. **Projeto e desenvolvimento de uma estufa automatizada para plantas**. 2012. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

STONE, Luis Fernando, SARTORATO, Aloisio. **O Cultivo do feijão: recomendações técnicas**. ed. Embrapa-SPI, Brasília: 2004.

ROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. 2.ed. Novatec, São Paulo: 2015.