



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
CAMPINA GRANDE

Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA

Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias - UAGRA

**ANTONIO GONÇALVES DE OLIVEIRA**

**TEMPO DE FERMENTAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE  
BIOFERTILIZANTE PARA ADUBAÇÃO DE BATATA-DOCE**

**Pombal – PB 2020**

**ANTONIO GONÇALVES DE OLIVEIRA**

**TEMPO DE FERMENTAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE PARA  
ADUBAÇÃO DE BATATA-DOCE**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

**Orientador** - Prof. Dr. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim

**POMBAL – PB 2020**

O48t Oliveira, Antonio Gonçalves de.  
Tempo de fermentação e concentração de biofertilizante para adubação de batata-doce/ Antonio Gonçalves de Oliveira. – Pombal, 2020.  
38 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2020.  
"Orientação: Prof. Dr. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim".  
Referências.

1. Batata doce. 2. Fertilizante orgânico. 3. Agricultura alternativa. 4. *Ipomoea batatas* L. 5. Raízes tuberosas. I. Gondim, Ancélio Gonçalves de Oliveira. II. Título.

CDU 633.492(043)

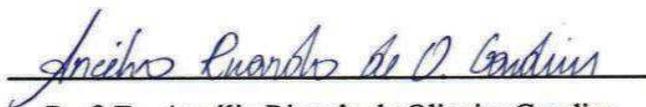
**ANTONIO GONÇALVES DE OLIVEIRA**

**TEMPO DE FERMENTAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE  
PARA ADUBAÇÃO DE BATATA-DOCE.**

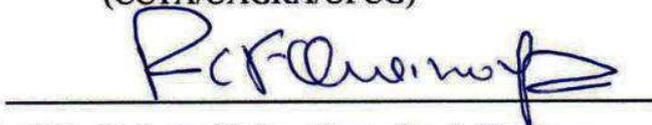
Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Aprovado em: 05/06/2020.

**BANCA EXAMINADORA:**



Orientador - Prof. Dr. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim  
(CCTA/UAGRA/UFCG)



Membro - Prof. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga  
(CCTA/UAGRA/UFCG) - Examinador



Membro – Prof. Dr. Francisleudo Bezerra da Costa  
(CCTA/UATA/UFCG) – Examinador

## **TEMPO DE FERMENTAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE PARA ADUBAÇÃO DE BATATA-DOCE.**

### **RESUMO**

A exploração agrícola com uso de agroquímicos é uma atividade comum no Brasil, no entanto, causa impactos negativos ao meio ambiente. Para minimizar esses impactos, devem-se adotar meios alternativos como o uso dos biofertilizantes orgânicos ou enriquecidos que atendam a necessidades das culturas. Com base nessas informações estudou-se sobre o tempo de fermentação e concentração de biofertilizante enriquecido com NPK em quatro tempos de fermentação (10, 20, 30 e 40 dias) e duas concentrações (5 e 10%) na cultura da batata-doce. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema fatorial 4 x 2. As variáveis analisadas foram: número de folhas; comprimento das hastes; área foliar; fotossíntese; produção total de batata-doce, a quantidade de matéria fresca e seca de cada órgão. Os resultados mostraram que houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey entre os tratamentos analisados. Os tratamentos tempos de fermentação (30 dias) e concentração (10%) do biofertilizante, foram os que se destacaram em acúmulo de massa fresca e seca dos órgãos de batata-doce aos 120 dias após o plantio (DAP). A maior produtividade total de raízes de batata-doce foi alcançada no tratamento com biofertilizante fermentado por 30 dias na concentração de 10% (1027,59g planta<sup>-1</sup>). Também pode se destacar que ao aplicar o biofertilizante a 10%, independente do tempo de fermentação alcançou uma produção total de 865,62g planta<sup>-1</sup> de raízes de batata-doce.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ipomoea batatas* L. Fertilizante orgânico, Agricultura alternativa, Raízes tuberosas.

## **FERMENTATION TIME AND BIOFERTILIZER CONCENTRATION FOR SWEET POTATO FERTILIZATION.**

### **ABSTRACT**

Agricultural exploration with the use of agrochemicals is a common activity in Brazil, however, it causes negative impacts on the environment. To minimize these impacts, alternative means must be adopted, such as the use of organic or enriched biofertilizers that meet the needs of crops. Based on this information, it was studied the fermentation time and concentration of biofertilizer enriched with NPK in four fermentation times (10, 20, 30 and 40 days) and two concentrations (5 and 10%) in the sweet potato culture. The experimental design used was in randomized blocks with four replications, in a 4 x 2 factorial scheme. The variables analyzed were: number of leaves; length of the stems; leaf area; photosynthesis; total production of sweet potatoes, the amount of fresh and dry matter of each organ. The results showed that there was a significant difference at 5% probability by the Tukey test between the treatments analyzed. The treatments fermentation times (30 days) and concentration (10%) of the biofertilizer, were the ones that stood out in the accumulation of fresh and dry mass of the sweet potato organs at 120 days after planting (DAP). The highest total yield of sweet potato roots was achieved in the treatment with fermented biofertilizer for 30 days at a concentration of 10% (1027.59g plant<sup>-1</sup>). It can also be noted that when applying the biofertilizer at 10%, regardless of the fermentation time, it reached a total production of 865.62g plant<sup>-1</sup> of sweet potato roots

**KEY WORDS:** Ipomoea potatoes L. Organic fertilizer, Alternative agriculture, Tuberous roots.

## FIGURAS

- Figura 1** - Matéria seca das folhas (A) e hastes (B), matéria fresca (C) e seca (MSR) da raiz (D), em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração aos 120 dias de cultivo em plantas de batata. Pombal – PB, 2019 .....23
- Figura 2** - Número de folhas (A), área foliar, (AF), (B), Comprimento da haste (C), em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração aos 120 dias de cultivo em plantas de batata. Pombal – PB, 2019 .....24
- Figura 3** - Matéria seca das folhas (MSF), (A) e matéria seca das hastes (MSH), (B), matéria fresca das raízes (MFR), (C) e matéria seca das raízes (MSR), (D), em função do tempo de fermentação do biofertilizante em plantas de batata-doce, aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019.....25
- Figura 4** - Número de folhas (NF), (A), área foliar (AF), (B), comprimento das hastes (CH), (C), em função do tempo de fermentação do biofertilizante em plantas de batata-doce, aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019 .....26
- Figura 5** - Concentração interna de carbono (CI), Transpiração foliar (E), Condução estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), em função do tempo de fermentação o biofertilizante em plantas de batata-doce aos 65 DAP. Pombal – PB, 2019. ....30
- Figura 6** - Produção da massa fresca (MFR) e massa seca (MSR) de raízes, em função do tempo de fermentação do biofertilizante em plantas de batata-doce aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019 ..... 34

## TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características químicas e físicas de solo, coletado a 20 cm de profundidade, no local do experimento CCTA - Pombal – PB, 2019 .....	16
<b>Tabela 2</b> - análise química do biofertilizante, em função do tempo de fermentação. Pombal – PB, 2019 .....	18
<b>Tabela 3</b> - Resumo da análise de variância (valores de QM e CV) para as variáveis, Massa seca das folhas (MSF), hastes (MSH), Massa fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da haste (CH), em função do tempo de fermentação e concentração do biofertilizante, em plantas de batata-doce, aos 120 DAP Pombal – PB, 2019	21
<b>Tabela 4</b> - Massa seca das folhas (MSF), hastes (MSH), Massa fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da haste (CH) em função da concentração de biofertilizante em plantas de batata-doce, aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019	22
<b>Tabela 5</b> - Resumo da análise de variância para as variáveis, Concentração interna de CO <sub>2</sub> (CI), Transpiração foliar (E), Condutância estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO <sub>2</sub> (A) em função da concentração de biofertilizante em plantas de batata-doce aos 65. Pombal – PB, 2019 .....	27
<b>Tabela 6</b> - Concentração interna de CO <sub>2</sub> (CI), Transpiração foliar (E), Condutância estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO <sub>2</sub> (A) em função da concentração de biofertilizante em plantas de batata-doce aos 65. Pombal – PB, 2019.....	28
<b>Tabela 7</b> - Concentração interna de CO <sub>2</sub> (CI), Transpiração foliar (E), Condutância Estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO <sub>2</sub> (A) em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração em plantas de batata-doce. Pombal – PB, 2019 .....	28
<b>Tabela 8</b> - Resumo da análise de variância (valores do QM e CV) para as variáveis, massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes da batata em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019 .....	31
<b>Tabela 9</b> – Valores médios da massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes da batata-doce em função da concentração do biofertilizante aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019.....	32
<b>Tabela 10</b> – Valores médios da massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes da batata em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração em plantas de batata aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019 .....	33

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
Aspectos gerais e importância da batata-doce. ....	12
Adubação de plantio na cultura da batata-doce. ....	13
Efeito do tempo de fermentação do biofertilizante no crescimento e produção da batata-doce. ....	14
Efeito da concentração do biofertilizante no crescimento e produção da batata-doce. ....	15
<b>MATÉRIAL E MÉTODOS</b> .....	16
Localização e condições climáticas. ....	16
Caracterização do solo. ....	16
Condução do experimento. ....	17
Preparo e fermentação do biofertilizante. ....	18
Delineamento experimental e tratamentos. ....	18
Análise de campo e laboratoriais. ....	19
Análise estatística. ....	20
<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	21
Análise de crescimento na cultura da batata-doce. ....	21
Análise de fotossíntese na cultura da batata-doce. ....	27
Análise de produção .....	31
<b>CONCLUSÕES</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37

## INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma hortaliça tuberosa, rústica, de ampla adaptação, com alta tolerância à seca e fácil produção (CAVALCANTE et al., 2006). Contudo, apresenta baixa produtividade por hectare, o que pode ser atribuído dentre outros fatores, a ausência à tecnologia de produção e manejo de nutrição adequada (CARMONA et al., 2015).

A baixa fertilidade dos solos utilizados para o cultivo da batata-doce, associado ao manejo inadequado resulta em queda de produtividade e menor renda para o produtor. Já a reposição dos nutrientes e o aumento na fertilidade do solo podem ser realizados por meio da adição de fertilizantes minerais, matéria orgânica ou da combinação de ambos (RAMOS, 2019).

Algumas das alternativas de produção em condições de clima semiárido é a utilização de técnicas como aplicação de adubação química, adubação orgânica ou irrigação, que atuam na baixa fertilidade do solo e nos efeitos degenerativos da escassez hídrica no sertão paraibano (SILVA, et al., 2015). Neste caso, a adubação é um fator essencial sobre o sistema de produção, podendo proporcionar melhorias na quantidade e qualidade da produção desde que seja utilizada de forma adequada.

Dentre os insumos orgânicos o biofertilizante é considerado um adubo vivo, pois é constituído de microrganismos, resultante da decomposição da matéria orgânica (animal ou vegetal), pela fermentação microbiana, com ou sem a presença de oxigênio, ocorrida em meio líquido (PENTEADO, 2010). De fácil aquisição, geralmente são compostos de excrementos de animais, pode ser produzido pelo próprio agricultor, gerando economia com insumos importados e ainda promovendo melhorias ao ambiente (MEDEIROS et al., 2007).

Os biofertilizantes divergem dos fertilizantes químicos por serem produzidos em qualquer lugar e com diferentes matérias primas, incluindo resíduos de processamento agrícola (OGBO, 2010). Tais resíduos garantem melhores resultados na produção quando manipulados de forma adequada, auxiliam na conservação dos solos (CAMARGO, 2012), gerando ainda, economia de custos, já que o produtor não precisa comprar insumos agrícolas para a produção (TRANI et al., 2013), uma vez que as propriedades dos pequenos produtores rurais podem possuir grandes quantidades de resíduos ricos em matéria orgânica, sais minerais, entre outras substâncias provenientes da diversificação de culturas e criações (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Em virtude disso a utilização de biofertilizante tem sido uma alternativa relevante na suplementação de nutrientes em hortaliças, podendo ser aplicado via solo, sistemas de irrigação ou em pulverização sobre as plantas (SOUZA; RESENDE, 2003). De acordo com Pinheiro e Barreto (2000), avaliando tempo de fermentação do biofertilizante, obtiveram aumento na produção comercial de algumas hortaliças como, pepino, berinjela, batata-doce, tomate, alface e pimentão, aplicando-se biofertilizante de esterco bovino aos trinta dias de fermentação. O biofertilizante atua no crescimento das plantas, pois fornece os elementos essenciais como o nitrogênio, fosforo e potássio, que contribuído para um melhor desempenho das plantas (LIMA et al., 2012).

Lima et al. (2012), avaliando diferentes concentrações do biofertilizante e intervalos de aplicação, observaram que o mesmo influenciou no crescimento de plantas em condições de campo, constatando que a concentração que melhor influenciou a altura das plantas foi aplicada a 10%. Segundo o mesmo autor, tanto o tempo de fermentação quanto a concentração do biofertilizante, atuam na disponibilidade de macro e micronutrientes para as plantas, mas se o biofertilizante for aplicado em grandes quantidades podem causar toxicidade.

Diante da importância do uso do biofertilizante para a agricultura, em que o uso de agroquímicos ainda é considerado alto, ele surge como uma alternativa viável. Assim faz-se necessário o uso de pesquisa técnico-científica que visam desenvolver um biofertilizante de fácil acesso, sendo capaz de melhorar os sistemas de produção e a qualidade final do produto ofertado no mercado. Neste sentido, o presente trabalho objetivou-se em identificar o melhor tempo de fermentação e a concentração adequada do biofertilizante para adubação na cultura da batata-doce.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Aspectos gerais e importância da batata-doce.

A batata-doce é uma das espécies representantes da família das Convolvuláceas, se trata de uma das plantas alimentares mais antigas do Brasil (ROESLER et al., 2008). Essa olerícola é a única espécie da família cultivada para fins alimentícios (LOPES et al., 2018), é originária da América Tropical, embora seja perene é considerada planta anual, apresenta rusticidade, fácil manejo e ampla adaptação às diversas condições edafoclimáticas (SANTOS et al., 2012).

No Brasil o investimento para cultura ainda é baixo devido a fatores como tecnologia de produção inadequada, falta de cultivares selecionada e ausência de um manejo nutricional, essas são as principais causas para uma baixa produção. Esses fatores forçam os produtores a cultivar a batata-doce como cultura marginal, obtendo um produto de baixa qualidade o qual sofre restrições na comercialização, tanto por parte dos atacadistas, que tendem a reduzir o preço, quanto por parte do consumidor, que rejeita parte do produto exposto à venda (SANTOS et al., 2010).

No estado da Paraíba, batateira é mais cultivada e difundida nas regiões próximas aos grandes centros consumidores, especialmente nas microrregiões do brejo e do litoral paraibano, este estado é considerado um dos maiores produtores nordestinos. (SOARES et al., 2002). Estima-se que a área plantada na Paraíba é de 4,725 hectares e área colhida de 4,689 hectares com produção de 38,622 t e rendimento médio por hectare de 8,237 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2018).

De acordo com Filgueira (2008), a batata-doce é uma planta herbácea que apresenta caule rastejante, podendo atingir até 3,0 metros de comprimentos e folhas com pecíolos longos. A parte aérea é constituída por uma vegetação agressiva, que forma boa cobertura do solo. As ramas e raízes tuberosas são consumidas em larga escala na alimentação humana e animal, respectivamente, sendo também, utilizado como matéria-prima nas indústrias de alimentos, tecidos, papel, cosmético, preparação de adesivos e álcool carburante (FORTES, 2010).

Quanto ao sistema de cultivo, quer seja orgânico ou convencional, para que se tenha eficiência é fundamental a indicação adequada de cultivares para os diferentes ambientes, possibilitando assim que a espécie expresse o máximo de seu potencial genético (JUNIOR et al., 2015).

O cultivo de batata-doce apresenta importância econômica, nutricional e social. Entretanto, ainda é considerada uma cultura de subsistência, tendo sua maior parcela de produção nacional proveniente da agricultura familiar (LIMA et al., 2018). Parte do seu cultivo ainda é feito de forma empírica, sem identificação de cultivares adaptadas, sem sistema de cultivo apropriado e manejo adequado em cada região, ficando evidenciada a carência de orientação profissional, assim como, de pesquisas sobre o assunto (NOLÊTO et al., 2015).

Nessa cultura, a baixa produtividade por hectare, pode esta atribuída à falta de investimentos tecnológicos e ausência de cultivares selecionada, de acordo com Andrade et al. (2012), produtividade superior a 25,0 t ha<sup>-1</sup> pode ser facilmente alcançada, desde que a cultura seja conduzida com tecnologia minimamente adequada. Adicionalmente, é uma planta que apresenta resistência às pragas, contribui prevenindo a erosão do solo, é uma cultura versátil podendo ser adaptar a mecanização agrícola (WILLIAMS et al., 2013).

Segundo Queiroga et al. (2007), o ciclo de desenvolvimento da batata-doce pode ser dividido em três fases, na primeira fase, ocorre crescimento das raízes adventícias, na segunda fase determinada como intermediária, ocorre o início de tuberização das raízes e na terceira fase é caracterizada pelo acúmulo de fotoassimilados nas raízes tuberosas.

Na nutrição a batata-doce possui um importante papel, contribui como suplemento energético e fonte de fitonutrientes. Atualmente esta planta tem grande importância em relação aos benefícios à saúde sendo notoriamente conhecido, devido ao alto teor de nutrientes e suas propriedades de prevenção à doença, é excelente fonte de vitamina C, B2, B6 e E, bem como fibras dietéticas, potássio, cobre, manganês e ferro, tem baixo teor em gordura e colesterol (FU, et al., 2019).

### **Adubação de plantio na cultura da batata-doce.**

As exigências nutricionais da batateira obedecem à seguinte ordem, potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio. A resposta da planta à adubação depende das condições do solo, sendo que, quando cultivada em solos de média e elevada fertilidade, não apresenta efeito pronunciado na produtividade. Já em solos de baixa fertilidade, o uso de fertilizantes químicos e orgânicos proporciona incrementos na produtividade (PRADO E FILHO, 2016).

Para a maioria das hortaliças tuberosas, o potássio é o primeiro nutriente em ordem de extração, no caso específico da batata-doce, as lavouras têm apresentado altas respostas à adubação potássica (FILGUEIRA, 2003). O potássio é essencial, pois é responsável por

aumentar a translocação de carboidratos nas plantas, melhora a eficiência de uso da água, potencializa a adubação nitrogenada e pode proporcionar melhor qualidade do produto a ser comercializado (FOLANI et al., 2013).

Segundo Cantarella et al. (2007), enfatiza que no manejo da adubação, o nitrogênio, fósforo e potássio são os elementos mais comuns, além disso, ambos nutrientes são absorvidos em proporções relativamente maiores para quase todas as espécies cultivadas, apresentam normalmente associações do tipo não competitivas. O autor reforça que o suprimento balanceado de nitrogênio, fósforo e potássio frequentemente aumenta a produção de raízes, ou seja, a não adição de um deles em solos deficientes pode levar a decréscimos na resposta de produção.

O uso de matéria orgânica como fonte principal de adubação permite que as plantas cresçam mais resistentes, restaurando ainda o ciclo biológico natural do solo, reduzem de maneira significativa às infestações de pragas e dispersas com o uso de agrotóxicos (SANTOS et al., 2010).

Na adubação o emprego de fertilizantes orgânicos é um forte aliado para se buscar o aumento da produção na cultura da batata-doce, por melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e promover um desenvolvimento vegetativo adequado à obtenção de maiores produtividade por hectare (OLIVEIRA et al., 2010).

### **Efeito do tempo de fermentação do biofertilizante no crescimento e produção da batata-doce.**

Os biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos), ele é um produto obtido da fermentação com a participação de bactérias, leveduras e bacilos, possuir composição altamente complexa e variável, contem todos os elementos necessários para a nutrição vegetal. Quando aplicado de forma correta tem efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e repelência contra insetos, atuando como protetor natural das plantas cultivadas (SILVA et al., 2007).

Segundo Magrini et al. (2011), a conversão de matéria orgânica bruta ao estado de composto orgânico é um processo microbiológico, no qual uma variada população de microrganismos desencadeia uma série de reações bioquímicas oxidativas. Estas reações geram diferentes ácidos orgânicos, que vai depender do tipo de fermentação e do tipo de microrganismo associado.

Segundo Neto et al. (2016), pesquisando o tempo de fermentação e concentração do biofertilizante no crescimento da batata-doce, verificaram que o crescimento da parte aérea foi influenciado pelo tratamento concentração e dias de fermentação do biofertilizante na concentração a 10%, aos 10 dias de fermentação. Ainda os mesmos autores verificaram que o biofertilizante usado a 10% de concentração proporcionou uma produção de 21 t ha<sup>-1</sup>, quando utilizaram o biofertilizante fermentado por 10 dias.

### **Efeito da concentração do biofertilizante no crescimento e produção da batata-doce.**

O biofertilizante é um subproduto obtido a partir da fermentação aeróbica ou anaeróbica de resíduos vegetais, ou dejetos de animais (LEMOS et al., 2015), ou seja, produtos de síntese microbiana sobre a matéria orgânica e mineral, com formação de açúcares, lipídeos, aminoácidos, peptídeos, polipeptídios, proteínas, vitaminas e outros dispersos em solução coloidal, com ação sobre o metabolismo secundário das plantas (PINHEIRO, 2011).

Pode-se observar em alguns trabalhos científicos como o de Neto et al. (2016), quando usando o biofertilizante na concentração de 10%, observaram aumento na produção da cultura da batata-doce, o aumento na produção esta, relacionado aos nutrientes contidos no biofertilizante, que estão prontamente disponíveis à planta assim facilitando sua absorção.

Em 1996, Santos e Akiba analisando adubação com o biofertilizante “Vairo” identificaram que concentrações maiores, entre 20% e 50%, podem causar estresse fisiológico na planta, retardando seu crescimento, floração ou frutificação, isso se deu provavelmente devido ao desvio metabólico para produção de substâncias de defesa.

Para aplicação do biofertilizante em cultivo de hortaliças recomendam-se pulverizações semanais, utilizando concentrações entre 1% a 3% valores maiores podem causar danos à mesma, isso porque a maioria das hortaliças tem folhas sensíveis, já concentrações maiores que 20% devem ser aplicadas no solo sem contato com a planta (D'ANDRÉA; MEDEIROS, 2002).

Segundo Pinheiro e Barreto (2000), algumas hortaliças como o pepino, berinjela, tomate, alface e pimentão são mais resistentes à aplicação do biofertilizante em maiores concentrações, eles obtiveram aumentos na produção comercial em função de pulverizações com biofertilizante produzido com esterco bovino na concentração de 20%, tanto em estufas, como em condições de campo aberto.

## MATÉRIAL E MÉTODOS

### Localização e condições climáticas.

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB. A área do experimento está localizada nas seguintes coordenadas, latitude: 6° 48' 16" S, longitude 37° 49' 15" W e altitude média de 144 m, dados coletados via GPS. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil o clima da região é classificado como Bsh, semiárido quente, temperatura média de 28 °C e precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano.

### Caracterização do solo.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico típico, franco arenoso, no qual as características químicas e física esta representada na tabela 1.

**Tabela 1** - Características químicas e físicas do solo, coletado a 20 cm de profundidade, no local do experimento CCTA - Pombal – PB, 2019

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO		
VARIÁVEIS	VALORES OBTIDOS	INTERPRETAÇÃO
pH em água (1:2,5)	7,2	Neutro
P (mg dm <sup>3</sup> )	188,81	Alto
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>3</sup> )	130,52	Alto
Na <sup>+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,24	Médio
H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,00	
Al <sup>+3</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,00	
Ca <sup>+2</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	4,16	Médio
Mg <sup>+2</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	4,38	Alto
SB (cmolc dm <sup>-3</sup> )	9,01	
CTC (cmolc dm <sup>-3</sup> )	9,01	Médio
Matéria orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	12,52	Baixo
Zn (mg dm <sup>3</sup> )	0,86	Médio
Fe (mg dm <sup>3</sup> )	3,04	Médio
Mn (mg dm <sup>3</sup> )	2,62	Médio
Cu (mg dm <sup>3</sup> )	0,05	Baixo
B (mg dm <sup>3</sup> )	0,76	Médio
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO		
Areia grossa (g kg <sup>-1</sup> )	728	
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	156	
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	116	
Classe textural	Franco Arenoso	

Análise realizada pelos Laboratórios de Química, Fertilidade e física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, de acordo com metodologia da Embrapa (2011).

### **Condução do experimento.**

No preparo do solo foi utilizado um trator que realizou a aração, gradagem e abertura de sulcos para receber a adubação de plantio. Em seguida, procederam-se com a adubação de plantio aplicada, vinte dias antes, na qual foram fornecidos 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino conforme Santos et al. (2006), mais a adubação mineral que constituiu da aplicação de 10g m<sup>-2</sup> de ureia, 66g m<sup>-2</sup> de superfosfato simples e de 35g m<sup>-2</sup> de cloreto de potássio, tendo como base análise do solo e o manual de recomendações de adubação para a cultura da batata-doce no do Estado do Pernambuco: 2º, aproximação (IAP, 2008).

A recomendação de utilização de NPK se deu devido à planta da batateira requerê-los em maiores quantidades, pois eles atuam para um melhor desenvolvimento das plantas e acúmulos de fotoassimilados nas raízes.

Posteriormente, fizeram-se os camalhões a 0,30 m de altura e espaçados a 0,75 m. O plantio foi realizado no mês de setembro de 2018, na ocasião foram utilizadas ramas de batata-doce da variedade “Rainha” com raízes tuberosas de coloração vermelha, com parte central de cor branca e com boa aceitação comércio da região.

As ramas foram retiradas de um plantio com idade de 90 dias, na área de um pequeno produtor rural, que desenvolvem agricultura familiar na região, cortadas com um dia de antecedência ao plantio, em pedaços de aproximadamente 30 cm, contendo em média 6 entrenós. As ramas foram enterradas pela base, com auxílio de um pequeno gancho, na profundidade entre 8 e 12 cm, com espaçamento de 0,75 m entre linhas e 0,25 m entre plantas.

O experimento foi instalado em uma área de 180,0 m<sup>2</sup>, com parcelas compostas por 20 plantas, dispostas em dois camalhões com 10 plantas cada, espaçadas de 0,75 m entre leiras e 0,25 m entre plantas e 1,0 metro entre blocos.

Durante a condução do experimento as irrigações foram realizadas pelo sistema de microaspersão com vazão de 90 l h<sup>-1</sup>, a quantidade de água foi aplicada de acordo com a necessidade da cultura.

Realizaram-se três capinas de forma manual aos 30, 50 e 70 DAP com auxílio de enxada, para manter a cultura livre de competição com plantas daninhas e a realização de amontoas para proteger as raízes contra a incidência de luz e manter a formação dos camalhões.

### Preparo e fermentação do biofertilizante.

O biofertilizante foi preparado em um tambor de 200 litros em condições aeróbica, com os seguintes componentes, 4 kg de folhas verdes (oiticica, melão-de-são-caetano, malva, salsa brava, capim de burro, mufumbo, mamona, folhas de abobora, folhas de tiriricas etc.); 3 kg torta de algodão; 2 l de leite usado com agente fermentado; 2 l de caldo de cana-de-açúcar agente fermentado; 1 kg de cinzas retirado de uma fornalha de padaria, usado como fonte de K+ Ca, P e Mg; 20 kg de esterco de bovino fresco; 1 kg de farinha de osso usado como fonte de cálcio; 500 g de ureia; 500 g de superfosfato simples e 500 g de cloreto de potássio.

A cada 10 dias do preparo foram retirados uma alíquota de 20 litros do biofertilizante aos 10, 20, 30 e 40 dias de fermentação. Tendo em vista observar os níveis de nutrientes em diferentes fases da fermentação.

As características químicas apresentadas para as quatro amostras coletadas (10, 20, 30 e 40 dias de fermentação) esta representada na tabela 2.

**Tabela 2** - análise química do biofertilizante, em função do tempo de fermentação. Pombal – PB, 2019

Dias de fermentação	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Condutividade elétrica	pH
			(g kg <sup>-1</sup> )					ms	mg dm <sup>-3</sup>
10	14,18	5,02	319,70	16,44	24,72	7,57	21,50	7,4	7,7
20	16,28	6,18	310,05	21,49	21,27	9,22	44,88	7,0	7,6
30	16,45	5,95	318,09	22,33	20,85	8,01	24,12	6,5	7,3
40	20,48	7,17	237,25	20,15	22,90	9,61	16,77	6,4	7,0

Análise realizada pelos Laboratórios de Química, Fertilidade e física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

O biofertilizante foi aplicado diretamente no solo, evitando o máximo de contato com a planta. Aplicado sempre às 16h 30min. da tarde, para evitar as perdas por evaporação e com isso disponibilizar o máximo de nutrientes presentes nas doses.

### Delineamento experimental e tratamentos.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados com quatro repetições e oito tratamentos, no esquema fatorial 4 x 2. Os tratamentos foram constituídos de quatro tempos de fermentação do biofertilizante; 10, 20, 30 e 40 dias e duas concentrações, 5% e 10% distribuídos em, (10 T c<sub>5%</sub>, 10 T c<sub>10%</sub>, 20 Tc<sub>5%</sub>, 20 Tc<sub>10%</sub>, 30 T c<sub>5%</sub>, 30 T c<sub>10%</sub>, 40 T c<sub>5%</sub>, e 40 T c<sub>10%</sub>). Foram realizadas quatro adubações com biofertilizante aos 30, 60, 90 e 110 dias após o plantio, elas tiveram a função de substituir a adubação mineral de cobertura. Ao

aplicar os tratamentos cada parcela recebeu uma quantidade de 10 l de água, onde foi diluído em cada 5% e 10% de biofertilizante.

### **Análise de campo e laboratoriais.**

A análise de fotossíntese líquida foi realizada aos 65 DAP, utilizando a terceira folha das ramas do ápice para a base da planta, nelas também foi determinado a concentração interna de CO<sub>2</sub> (CI), transpiração foliar (E), condutância estomática (GS) e a Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), determinados por um analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro+ (Analytical Development, Kings Lynn, UK) com fonte de luz constante de 1,200 μmol de fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

Foram realizadas quatro avaliações para determinar a partição de matéria e crescimento das plantas (30, 60, 90 e 120 dias após o plantio - DAP), onde foi determinada a matéria seca das folhas, das hastes, matéria fresca e seca das raízes, número de folhas por planta, área foliar e comprimento das hastes. Aos 120 DAP, foi realizada a análise de produção, na mesma foi determinada, matéria fresca das raízes e matéria seca da raiz tuberosa.

As coletas ocorreram entre 07h e 10h da manhã, sendo coletadas duas plantas por bloco, nas mesmas foram determinados o peso das amostras (matéria fresca e seca), utilizado uma balança analítica, com unidade dada gramas, para o número de folhas por plantas foi realizado a contagem, área foliar foi determinada em centímetros quadrados e o comprimento das hastes foi determinado em centímetros por plantas.

Antes de determinar a massa seca das raízes, elas foram submetidas à lavagem em um tanque com água, para a retirada do excesso de solo, em seguida realizou-se a pesagem da amostra total determinada em gramas por amostras, depois o material foi levado a uma estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até alcançar matéria seca constante.

As coletas das amostras foram realizadas de acordo com o ciclo de desenvolvimento da batata-doce a primeira coleta ocorreu aos 30 DAP, fase inicial em que ocorre crescimento das raízes adventícias, a segunda coleta ocorreu aos 60 DAP no início da fase intermediária em que ocorre o início de tuberização das raízes, a terceira coleta ocorreu aos 90 DAP no início da terceira fase, caracterizada pelo acúmulo de fotoassimilados nas raízes tuberosas e a quarta coleta se deu aos 120 DAP, fase final de condução do experimento, onde se esperava o máximo acúmulo de fotoassimilado nas raízes.

**Análise estatística.**

As variáveis foram submetidas à análise de variância, com Teste F (1% e 5% de probabilidade) e análise de regressão. Para as médias do fator quantitativo, (fermentação e concentração do biofertilizante) foram comparadas, utilizando o software estatístico SISVAR/UFLA (FERREIRA, 2011).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Análise de crescimento na cultura da batata-doce.

Verificou-se que houve diferença significativa para interação entre fermentação e concentração do biofertilizante, para todas as variáveis analisadas, com exceção da área foliar (AF) ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, aos 120 DAP. (Tabela 3).

**Tabela 3** - Resumo da análise de variância (valores de QM e CV) para as variáveis, Massa seca das folhas (MSF), hastes (MSH), Massa fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da haste (CH), em função do tempo de fermentação e concentração do biofertilizante, em plantas de batata-doce, aos 120 DAP Pombal – PB, 2019

Fontes de variação	GL	MSF	MSH	MFR	MSR	NF	AF	CH
Fermentação (FER)	3	130,79*	145,09*	26644,90*	1284,32*	3398,26*	828099,67*	0,1261*
Concentração (CON)	1	109,78*	1,87 <sup>ns</sup>	2489,71 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>ns</sup>	2423,82*	165666,77 <sup>ns</sup>	0,0903*
FER*COM	3	68,86*	10,92**	116444,41*	13123,18*	497,28*	132275,63 <sup>ns</sup>	0,0180*
<b>CV (%)</b>		<b>5,3</b>	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>	<b>4,7</b>	<b>7,8</b>	<b>8,9</b>	<b>3,5</b>

\*\* , \* e ns: respectivamente significativo e não-significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste ‘F’.

Os dados encontrados para essas variáveis demonstram que a utilização do biofertilizante enriquecido com NPK, em função do tempo de fermentação e concentração no cultivo de plantas de batata-doce, apresentou diferença significativa para a maioria das variáveis, esses resultados estão associados ao fato que o biofertilizante liberar de forma gradual os nutrientes e suprir as exigências das plantas de batata-doce, proporcionando uma nutrição adequada, podendo gerar economia na quantidade de adubos químicos utilizado. Este comportamento também foi verificado por Oliveira et al. (2007), ao utilizar doses de 50% de biofertilizante fermentado por 30 dias na cultura da batata-doce, eles obtiveram aumento na produção da cultura.

Segundo Silva (2016), estudando o uso de biofertilizantes com diferentes proporções de estirpe de babaçu, casca de arroz carbonizada e esterco caprino, observou maior valor para a variável produção. No qual evidência que o tempo de fermentação e a concentração do biofertilizante influenciam diretamente na resposta das plantas de batata-doce.

Verificou-se que as duas concentrações (5 e 10%) do biofertilizante não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos aplicados na cultura da batata-doce, para as variáveis analisadas, MSF, MSH, MFR, MSR, AF e CH, de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade, aos 120 DAP. Diferentemente ocorreu com o NF, no qual se verificou que ao aplicar o biofertilizante na concentração de 5% apresentou diferença significativa entre

os tratamentos aplicados na cultura da batata-doce, de acordo com o teste Tukey a 5% de probabilidade, aos 120 DAP. (tabela 4).

**Tabela 4** - Massa seca das folhas (MSF), hastes (MSH), Massa fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da haste (CH) em função da concentração de biofertilizante em plantas de batata-doce, aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019

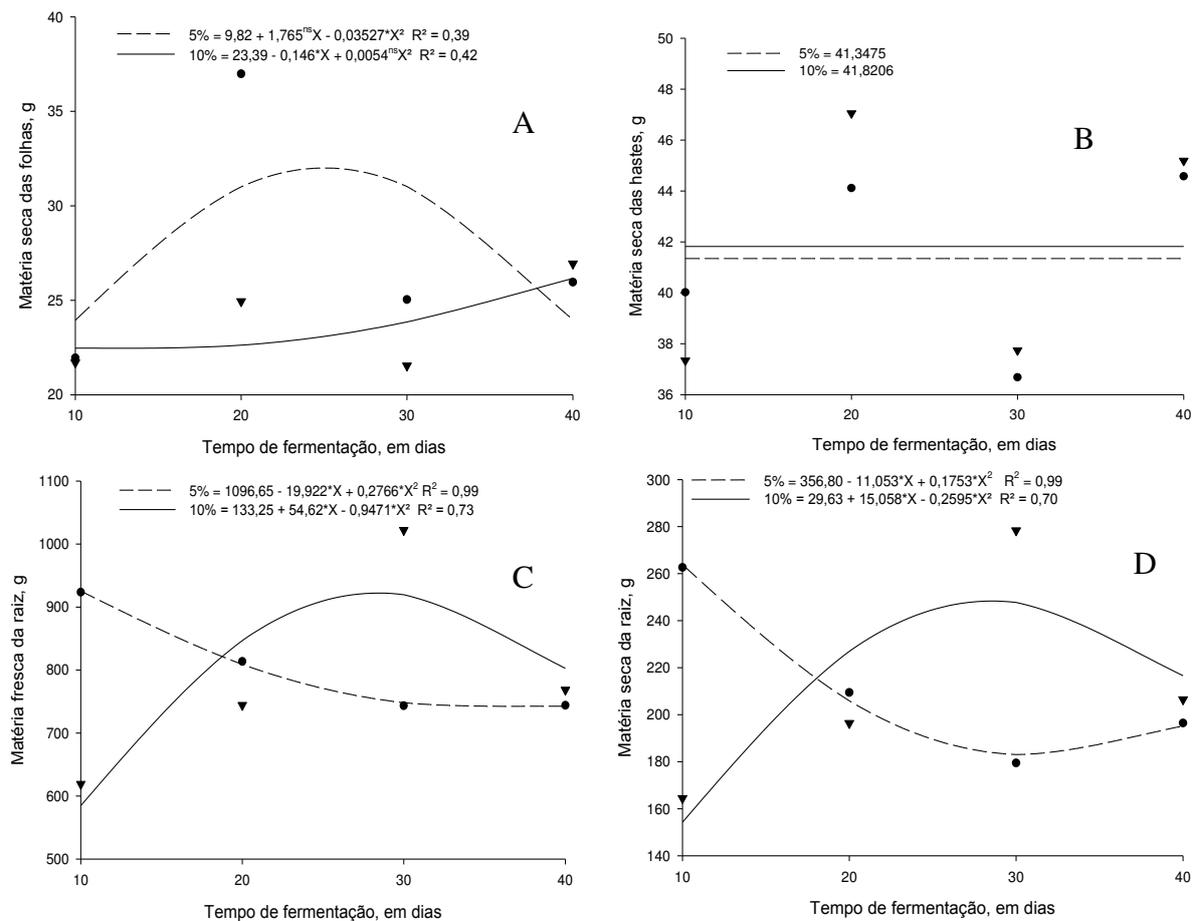
Concentração	MSF (g)	MSH (g)	MFR (g)	MSR (g)	NF	AF (cm <sup>2</sup> )	CH (m)
5%	57,52 a	63,78 a	422,03 a	128,4a	197,81 a	3075,72 a	1,666 a
10%	57,55 a	63,72 a	420,76 a	127,5a	191,30 b	3122,93 a	1,660 a
DMS	1,34	1,32	5,78	1,88	3,85	81,0	0,028
<b>CV(%)</b>	<b>7,4</b>	<b>6,6</b>	<b>4,4</b>	<b>2,1</b>	<b>6,33</b>	<b>8,3</b>	<b>5,53</b>

Médias com letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável NF, independente do tempo de fermentação do biofertilizante, quando aplicado a 5%, forneceu elementos como, nitrogênio, fósforo e enxofre, responsáveis pela formação das folhas. Para Pinheiro e Barreto (2000), o uso de biofertilizante na concentração de 5%, além de fornecer nutrientes, adiciona ao solo metabólitos intermediários como enzimas que favorece a disponibilidade de nutrientes pela ação dos microrganismos. Segundo Santos (2008), pesquisando sobre adubação orgânica em batata-doce com esterco bovino e biofertilizante, observou que a produção de folhas apresentou efeito significativo em função das doses de biofertilizante diluído em água na concentração de 15%.

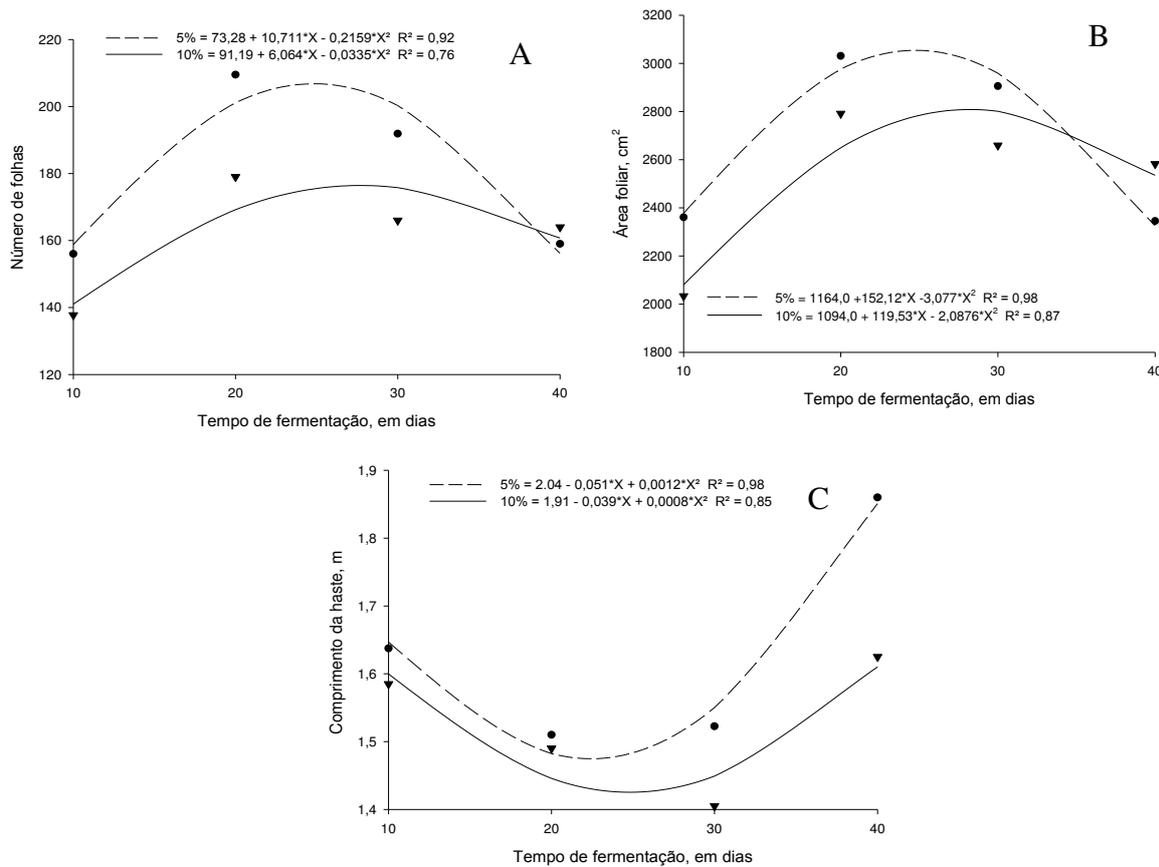
Santos et al. (2006), relataram que a adubação com fontes orgânicas no cultivo da batata-doce, especialmente o biofertilizante a base de esterco de animais, traduz-se no aumento de produção da cultura. Nesse sentido, Barbosa (2005) verificou incremento da produtividade de batata-doce fertilizada com biofertilizante a 20% fornecido no solo e na folha.

A aplicação do biofertilizante na concentração de 10%, ao longo do tempo de fermentação, provocou incremento na matéria seca das folhas, matéria fresca e seca da raiz, com máximo de 920,7; 961,4 e 325,5g, nos tempos de fermentação de 29, 26 e 25 dias, respectivamente, ao aplicar o biofertilizante a 5% ao longo do tempo de fermentação, provocou incremento na matéria fresca da folha, com máximo de 31,9g em 25 dias de fermentação do biofertilizante. Já para a concentração de 5%, verificou-se que a matéria fresca e seca da raiz reduziu com o tempo de fermentação atingindo os menores resultados de 737,9 e 182,6g em 25 e 32 dias de fermentação, respectivamente. O tempo de fermentação não influenciou a matéria seca das hastes, (Figura 1).



**Figura 1** - Matéria seca das folhas (A) e hastes (B), matéria fresca (C) e seca (MSR) da raiz (D), em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração aos 120 dias de cultivo em plantas de batata. Pombal – PB, 2019

A aplicação do biofertilizante na concentração de 5%, ao longo do tempo de fermentação, provocou incremento no número de folhas e área foliar com máximo de 565,48 e 3043,9 cm<sup>2</sup>, nos tempos de fermentação de 25, e 25 dias, respectivamente, ao aplicar o biofertilizante a 10% ao longo do tempo de fermentação, provocou incremento no número de folhas e área foliar com máximo de 280,5 e 2804,7 cm<sup>2</sup>, nos tempos de fermentação de 40, e 29 dias, respectivamente. Já para comprimento das hastes a concentração de 5%, provocou incremento máximo de 1,92 m em 40 dias de fermentação, a aplicação do biofertilizante na concentração de 10%, ao longo do tempo de fermentação, provocou incremento no comprimento das hastes com máxima de 1,63 m, no tempo de fermentação de 40 dias (Figura 2).



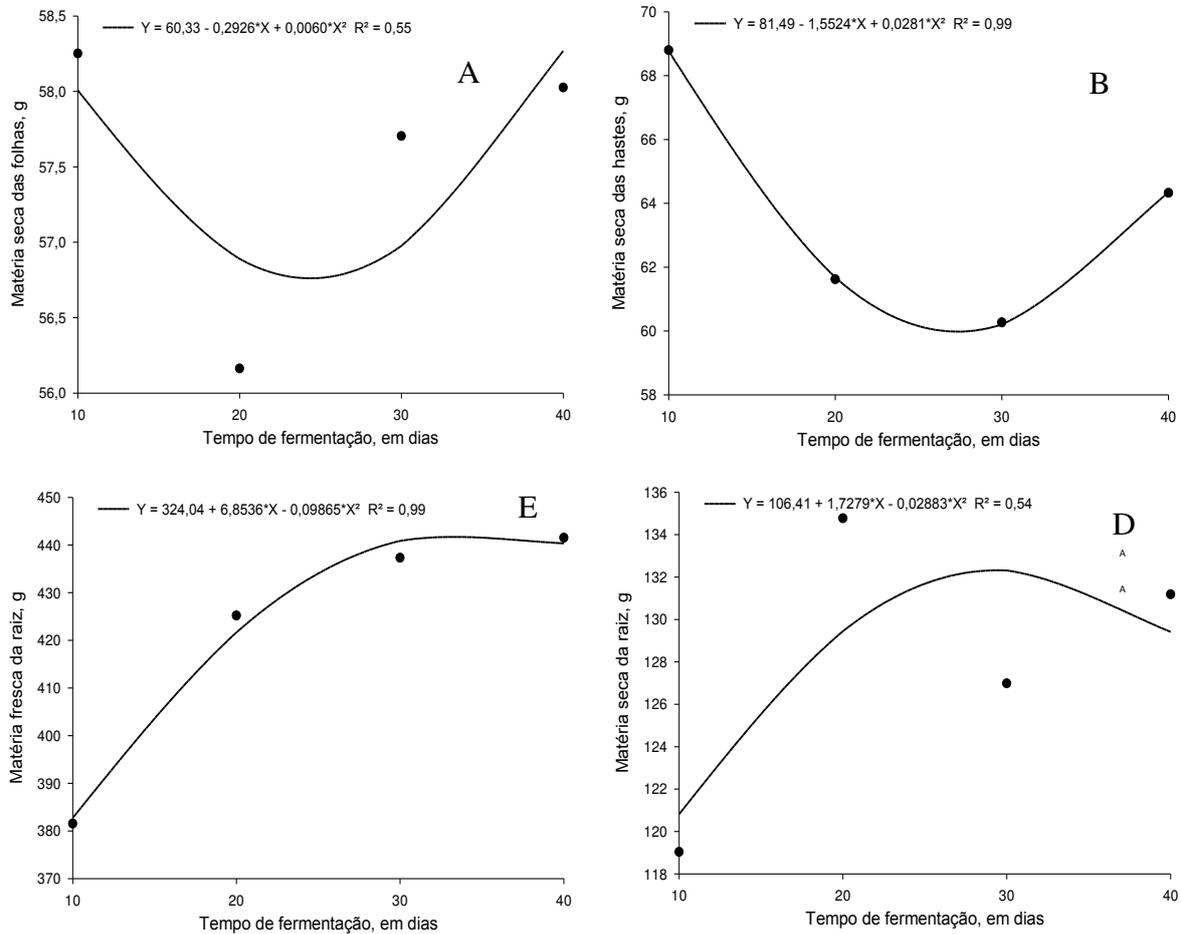
**Figura 2** - Número de folhas (A), área foliar, (AF), (B), Comprimento da haste (C), em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração aos 120 dias de cultivo em plantas de batata. Pombal – PB, 2019

Os incrementos verificados nas variáveis acima foram provocados devido ao tempo de fermentação e a concentração do biofertilizante, pois, ele provoca melhorias das características físicas, químicas e biológicas do solo, já que a matéria orgânica contida no biofertilizante proporciona condições favoráveis para as atividades dos microrganismos. De acordo com Neto et al. (2016), pesquisando o uso do biofertilizante na cultura da batata-doce, observaram que o tempo de fermentação de 10 dias e concentração de 10% do biofertilizante proporcionou maior acúmulo de matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes de batata-doce.

Segundo Araújo et al. (2007), a adubação orgânica proporciona maior crescimento das plantas devido à quebração imediata do complexo de moléculas orgânicas e mobilização dos diferentes nutrientes para os sistemas da planta. As reduções verificadas podem estar associadas ao consumo exagerado ou a redução na disponibilidade de nutrientes no solo devido ao consumo acentuado dos microrganismos.

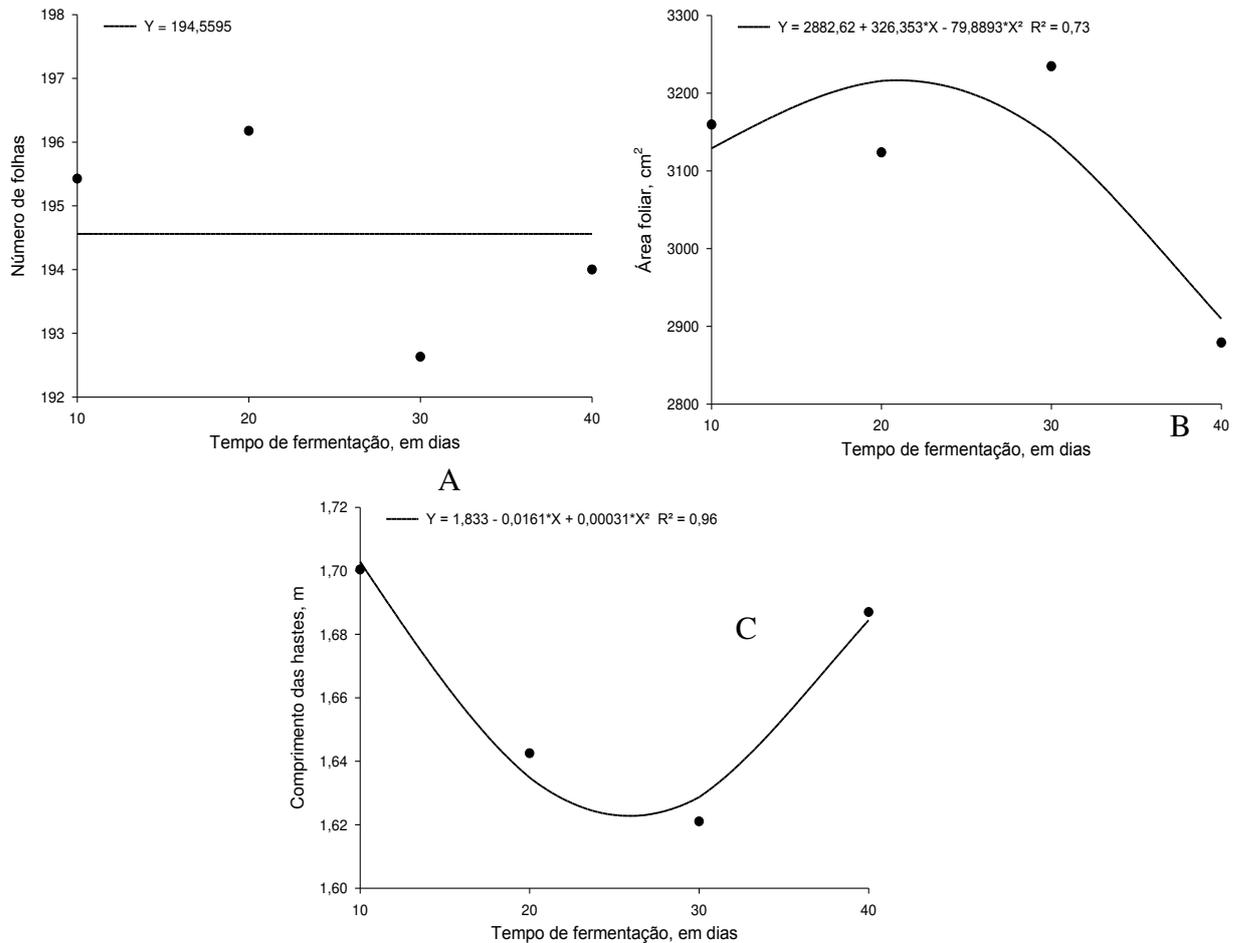
A aplicação do biofertilizante ao longo do tempo de fermentação provocou incremento na matéria seca das folhas, comprimento das hastes, matéria fresca e seca da raiz,

com máximo de 58,22; 68,77; 443,07 e 132,27 g, nos tempos de fermentação de 40, 10, 35 e 29 dias, respectivamente. (Figura 3).



**Figura 3** - Matéria seca das folhas (MSF), (A) e matéria seca das hastes (MSH), (B), matéria fresca das raízes (MFR), (C) e matéria seca das raízes (MSR), (D), em função do tempo de fermentação do biofertilizante em plantas de batata-doce, aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019

O tempo de fermentação do biofertilizante não influenciou o número de folhas, para área foliar e comprimento das hastes, o tempo de fermentação provocou incremento com máximo de 3238 cm<sup>2</sup> e comprimento de 1,70 m nos tempos de fermentação de 22 e 10 dias, respectivamente. (Figura 4).



**Figura 4** - Número de folhas (NF), (A), área foliar (AF), (B), comprimento das hastes (CH), (C), em função do tempo de fermentação do biofertilizante em plantas de batata-doce, aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019

A Análise do solo da área experimental demonstra baixo teor de matéria orgânica ( $12,61 \text{ g kg}^{-1}$ ), os resultados obtidos durante o experimento se deram em função do emprego do biofertilizante fermentado, que independente da concentração aplicada o mesmo proporcionou incrementos na cultura da batata-doce, neste caso, o biofertilizante foi responsável pela melhoria das características do solo, como o fornecimento de nutrientes e aumentando a matéria orgânica.

Segundo Rodolfo-Junior (2007), ao aplicar o biofertilizante na forma líquida no solo aumentou proporcionalmente a produção de massa fresca em todos os órgãos da planta, segundo o autor o biofertilizante é responsável pelo aumento de nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas. Já Santos et al. (2010), afirmaram que o biofertilizante aumentou os teores de matéria orgânica,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}_2^+$  trocáveis do solo, bem como os níveis de P disponível e  $\text{Mg}^{2+}$  trocável, na camada superficial.

### Análise de fotossíntese na cultura da batata-doce.

De acordo com o resumo da análise de variância para a fotossíntese, as fontes de variação fermentação, concentração e a interação entre fermentação, versus concentração do biofertilizante, exerceram efeito significativo sobre concentração interna de CO<sub>2</sub> (CI), transpiração foliar (E), condutância estomática (GS) e taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), nas folhas de batata-doce de acordo com o teste F. (Tabela 5).

**Tabela 5** - Resumo da análise de variância para as variáveis, Concentração interna de CO<sub>2</sub> (CI), Transpiração foliar (E), Condutância estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) em função da concentração de biofertilizante em plantas de batata-doce aos 65. Pombal – PB, 2019

Fontes de variação	GL	CI (mg L <sup>-1</sup> )	E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Gs (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	A (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
Fermentação (FER)	3	195,03*	0,12*	0,00*	2,18**
Concentração (CON)	1	536,28*	0,28*	0,00*	17,18*
FER*CON	3	234,19*	1,66*	0,01*	24,60*
<b>CV(%)</b>		<b>2,78</b>	<b>4,03</b>	<b>8,65</b>	<b>5,39</b>

\*\*, \* e ns. respectivamente significativo e não significativo a 1e 5% de probabilidade, pelo teste 'F'.

A significância entre as avariáveis avaliada esta relacionada ao número de folhas e índice de área foliar, essa região é rica em cloroplastos um dos tecidos mais ativo, responsável por processos que transformam os elementos essenciais em fotoassimilados contendo moléculas de Co<sub>2</sub>, as quais estão envolvidas no processo de fotossíntese.

As clorofilas encontram-se presentes nos vegetais, sob as formas a e b, e são constantemente sintetizadas e degradadas (BLANKENSHIP, 2009). Contudo, a quantificação destes pigmentos fotossintéticos é relevante nos estudos associados às práticas de adubações, visando assim, aumentar a eficiência fotossintética das plantas e conseqüentemente o crescimento e a adaptabilidade aos diferentes ambientes (SILVA E MOURA, 2013).

De acordo com a análise de variância para as variáveis concentrações, observa-se que a transpiração foliar (E) e a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), mostraram efeito significativo entre as concentrações de biofertilizante, quando esse foi aplicado a 5% com valor reduzido para essas variáveis aos 65 DAP, de acordo como o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 6).

Verifica-se efeito significativo entre as concentrações do biofertilizante para a variável concentração interna de CO<sub>2</sub> (CI), quando o mesmo foi aplicado a 10% os 65 DAP, de acordo como o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 6).

**Tabela 6** - Concentração interna de CO<sub>2</sub> (CI), Transpiração foliar (E), Condutância estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) em função da concentração de biofertilizante em plantas de batata-doce aos 65. Pombal – PB, 2019

Concentração do biofertilizante	CI (mg L <sup>-1</sup> )	E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	GS (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	A (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
5%	230,50 a	3,34 b	0,196 a	12,68 b
10%	222,31 a	3,52 a	0,199 a	14,15 a
DMS	4,62	0,10	0,012	0,53
<b>CV(%)</b>	<b>2,78</b>	<b>4,03</b>	<b>8,65</b>	<b>5,39</b>

Médias com a mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A CI está diretamente interligada a área foliar, as folhas são fatores determinantes na produção, pois implicam em uma absorção de energia radiante ideal para a realização da fotossíntese, assim, a produção de biomassa na planta de batata-doce é maior. Segundo Van Heerden e Laurie (2008), essa capacidade envolve componentes importantes, como a abertura estomática, que prolonga a captação de CO<sub>2</sub> da atmosfera para a folha e a condutância do mesófilo, que prolonga a difusão de CO<sub>2</sub> dos espaços aéreos intercelulares dentro da folha para o local da carboxilação no cloroplasto. Já o declínio na condutância estomática faz com que a concentração interna de CO<sub>2</sub> diminua devido à via de difusão comum de CO<sub>2</sub> e água, afetando negativamente a taxa de fotossíntese (SHARKEY; SCHRANDER, 2006).

Os aumentos verificados na E na A, esta relacionada às melhorias das características físicas, químicas e biológicas provocada pelo uso do biofertilizante nas plantas de batata-doce. A concentração (10%) aplicada tem em sua composição entre outros elementos o NPK, que são capazes de melhorar os processos fisiológicos, essenciais para o crescimento das plantas. A transpiração é essencial para o crescimento e manutenção de todos os tecidos vegetais por estar associada à produção de energia (GRIFFIN E TURNBULL, 2013). Já que o equilíbrio entre a assimilação do carbono por meio da fotossíntese e a oxidação dos fotoassimilados pela transpiração é extremamente importante para o crescimento e desenvolvimento vegetal.

Silva et al. (2016), trabalhando com tempo de fermentação e concentração do biofertilizante, constataram que a atividade fotossintética da batata-doce foi afetada e verificaram que houve efeito significativo para concentração de carbono interno com relação aos tratamentos, fermentação e concentração, aos 30 dias e 10%, respectivamente.

De acordo com a análise de fotossíntese observa-se que houve redução significativa para as variáveis, GS e A ao aplicar o biofertilizante fermentado por 10 dias e 10% de concentração. Já aos 20 dias de fermentação ocorreu redução significativa para as variáveis,

CI, E, GS e A, quando o biofertilizante foi aplicado na concentração de 10%, aos 65 DAP de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 7).

Ao utilizar o biofertilizante fermentado por 30 dias, observa-se que as variáveis, E, GS e A, diferiram das demais apresentando os menores resultados, quando o biofertilizante foi aplicado na concentração de 5%. Para os tratamentos que receberam as doses 10% de biofertilizante, apenas a variável, CI, diferiu significativamente apresentando o menor resultado, aos 65 DAP de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 7).

Os tratamentos que receberam as doses 5% de biofertilizante aos 40 dias de fermentação, as variáveis, E, GS e A, diferiram significativamente, apresentando as menores médias, aos 65 DAP de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 7).

**Tabela 7** - Concentração interna de CO<sub>2</sub> (CI), Transpiração foliar (E), Condutância Estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração em plantas de batata-doce. Pombal – PB, 2019

Tempo de fermentação	CI (mg L <sup>-1</sup> )		E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		GS (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		A (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
10	229,25Ba	224,50Aa	3,40Ba	3,21Ba	0,217Aa	0,177Bb	13,95Aa	12,70Bb
20	238,75Aa	225,00Ab	3,88Aa	3,02Bb	0,230Aa	0,165Bb	13,95Aa	12,79Bb
30	236,75ABa	217,25Ab	2,75Cb	3,99Aa	0,145Bb	0,235Aa	9,76Bb	15,94Aa
40	217,25Ca	222,50Aa	3,31Bb	3,87Aa	0,190Bb	0,220Aa	13,07Ab	15,16Aa
<b>DMS</b>	<b>9,25</b>		<b>0,20</b>		<b>0,025</b>		<b>1,06</b>	

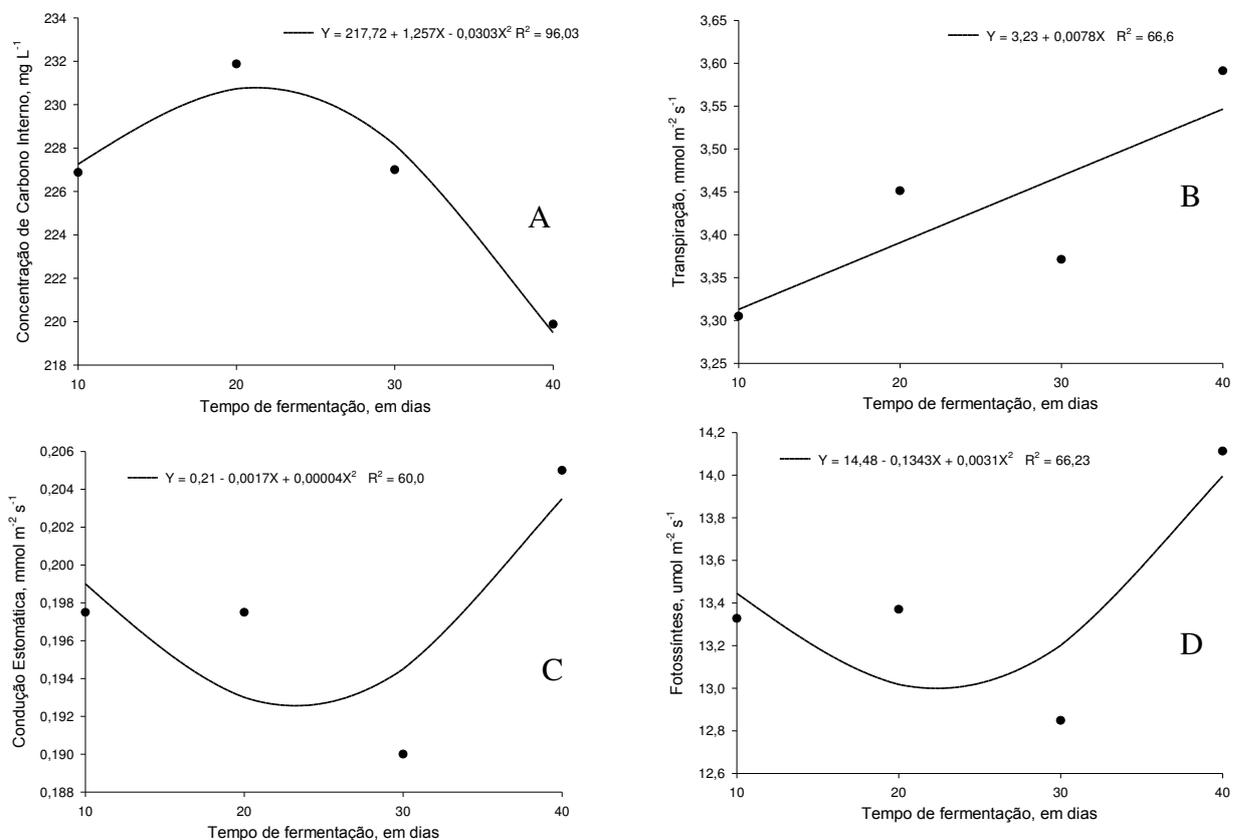
Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas, e maiúsculas, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A taxa de CI esta relacionada com síntese e alocação de fotoassimilados, acúmulo de área foliar, o teor de açúcar, teor de amido, coloração da casca, atuam sobre a taxa de crescimento na cultura da batata-doce, a fermentação e a concentração do biofertilizante exerceu influência sobre a área foliar da batata-doce. Segundo Silva et al. (2010), a disponibilidade adequada de nutrientes para as plantas é fundamental, pois provoca o aumento na taxa de área foliar, no que lhe concerne a influencia pela radiação no qual tem função de melhorar o desempenho na síntese e alocação de fotoassimilados.

De acordo com Taiz et al. (2017), a fotossíntese é afetada direta ou indiretamente por diversos fatores como, déficit hídrico, estresse térmico, concentração interna e externa de gases, composição e intensidade da luz, no entanto, ela pode variar também de acordo com o material genético ou cultivar avaliado (FERREIRA et al. 2011).

Segundo Concenço et al. (2008), a taxa fotossintética está diretamente relacionada à radiação fotossinteticamente ativa, as trocas gasosas, a fotoinibição, definida como a redução na eficiência fotossintética dependente da luz, que está diretamente associada à disponibilidade de CO<sub>2</sub> e de radiação fotossinteticamente ativa.

A aplicação do biofertilizante ao longo do tempo de fermentação provocou incremento na concentração interna de carbono, transpiração foliar, condução estomática e taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, com máximo de 230,75 mg L<sup>-1</sup>, 3,54 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, 0,302 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e 15,14 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> 21, 40, 40 e 40 dias de fermentação, respectivamente. (Figura 5).



**Figura 5** - Concentração interna de carbono (CI), Transpiração foliar (E), Condução estomática (GS), Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), em função do tempo de fermentação o biofertilizante em plantas de batata-doce aos 65 DAP. Pombal – PB, 2019.

Pode-se constatar que o biofertilizante fermentado por 40 dias, contribuiu para o decréscimo significativo em CI, os quais estar associado ao menor valor encontrado, no entanto, este efeito provocou o aumento na E, GS e A, com isso, causando aumento dos processos metabólicos, causando acréscimo nas taxas fotossintéticas e contribuindo para um maior acúmulo de biomassa nas plantas, estes fatos podem ser justificados pelos benefícios

que o biofertilizante fermentado por 40 dias, pode proporcionar ao solo e as plantas, com o incremento de nutrientes essenciais.

Segundo Silva et al. (2016), avaliando o efeito do tempo de fermentação do biofertilizante na cultura da batata-doce, observaram que o biofertilizante fermentado por 40 dias também afetou as atividades fotossintéticas. A taxa fotossintética e a taxa de transpiração foliar é um parâmetro fisiológico que expressa quantitativamente o comportamento momentâneo das trocas gasosas na folha que varia entre e dentro das espécies vegetais (PINZÓN-TORRES e SCHIAVINATO, 2008). Almeida Neto et al. (2009), avaliando o efeito de diferentes concentrações de biofertilizante, constataram que a concentração de biofertilizante a 20% proporcionou aumento nas taxas de parâmetros fisiológicos.

### **Análise de produção**

De acordo com o resumo da análise de variância, observa-se que as fontes de variação, fermentação, concentração e a interação entre fermentação e concentração apresentaram efeito significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. (Tabela 8)

**Tabela 8** - Resumo da análise de variância (valores do QM e CV) para as variáveis, massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes da batata em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019

<b>Fontes de variação</b>	<b>GL</b>	<b>MFR</b>	<b>MSR</b>
Fermentação (FER)	3	22202,54*	2142,71*
Concentração (CON)	1	44003,65*	2120,73*
FER*CON	3	129839,47*	59,49*
<b>CV(%)</b>		<b>7,01</b>	<b>6,86</b>

\*\* e \*: respectivamente significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste 'F'.

Para a produção de raízes de batata-doce, houve diferença entre as doses aplicadas, mostrando que a fermentação e a concentração do biofertilizante afetam de forma significativa a produção de raízes de batata-doce. Este fato está relacionado à capacidade em que o biofertilizante tem em fornecer os nutrientes necessários para que as plantas possam crescer e ter uma boa produção de raízes tuberosa, ele é capaz de suprir as necessidades das plantas em macro e micronutrientes.

Segundo Santos et al. (2010), os biofertilizante é considerado uma fonte de matéria orgânica que apresentar na sua composição, nitrogênio, fósforo e potássio, isso pode ser explicado pelas propriedades da matéria orgânica, que é excelente fornecedora de nutrientes,

além de melhorar as propriedades físicas do solo e melhorar as condições ambientais para o desenvolvimento das raízes (BARBOSA 2005).

Filgueira (2008) demonstrou que o biofertilizante associado a outras fontes minerais desempenha papel importante na quantidade comercial de raízes, possivelmente pela sua capacidade de melhorar as condições químicas e físicas do solo.

Ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, observa-se que os tratamentos que receberam adubação com biofertilizante nas concentrações de 5% e 10%, apresentaram diferenças significativas entre as variáveis analisadas, MFR e MSR. Destaca-se que os tratamentos que receberam maior concentração de biofertilizante (10%) independente do tempo de fermentação, obtiveram os maiores valores dessas variáveis, respectivamente aos 120 dias após o transplante de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 9).

**Tabela 9** – Valores médios da massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes da batata-doce em função da concentração do biofertilizante aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019

Concentração do biofertilizante	MFR (g)	MSR (g)
5%	791,45 Bb	219,36 Bb
10%	865,62 Aa	235,64 Aa
DMS	42,67	11,48
CV(%)	<b>7,01</b>	<b>6,86</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas, e maiúsculas, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a produção de raízes, os melhores resultados encontrados estão relacionados à aplicação do biofertilizante na concentração de 10%, que independente dos tempos de fermentações demonstrou incremento na produção por planta, sendo superior a maiorias dos trabalhos de pesquisa com a cultura da batata-doce.

Segundo Oliveira et al. (2007), trabalhando com batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante, observaram efeito significativo entre os tratamentos, com doses estimadas de 25,6 e 24,4 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, na presença e ausência de biofertilizante na concentração de 10%, estas doses foram responsáveis pelas máximas produções de raízes como 21,4 e 21,2 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo Silva et al. (2016), os efeitos positivos na aplicação do biofertilizante para produção de batata-doce, podem estar relacionados ao fato de que os nutrientes encontrados na forma líquida de composto orgânico apresentam maior facilidade de serem absorvidos tanto pelas folhas como pelas raízes de plantas de batata-doce. Segundo Barbosa (2005),

pesquisando produção de batata-doce adubada com adubo orgânico, observou que ao aplicar biofertilizante a 10% no solo proporcionou maior rendimento de raízes, este fato pode esta relacionada à quantidade de nutrientes contida no biofertilizante que está prontamente disponível às plantas.

Conforme Neto et al. (2016), pesquisando sobre o tempo de fermentação e concentração do biofertilizante na cultura da batata-doce ao analisar a produtividade comercial de raízes tuberosa, observaram que os tratamentos que receberam adubação a 10% apresentaram maior produtividade de raízes por hectare aos 120 dias após o plantio.

Observa-se que aos 10 e 20 dias de fermentação do biofertilizante aplicado a 5%, as variáveis analisadas, MFR e MSR, respectivamente, apresentaram efeito significativo quando comparados aos tratamentos que receberam adubação com biofertilizante fermentado aos 30 e 40 dias a 5% de concentração, respectivamente, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade aos 120 DAP. (Tabela 10).

Verifica-se que ao aplicar o biofertilizante aos 30 dias de fermentação a 10% que as variáveis analisadas, MFR e MSR, respectivamente apresentaram maior produção, quando comparados aos tratamentos que receberam adubações com biofertilizante fermentado aos 10, 20 e 30 dias a 10% de concentração aos 120 DAP, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 10).

**Tabela 10** – Valores médios da massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes da batata em função do tempo de fermentação do biofertilizante e concentração em plantas de batata aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019

Tempo de fermentação	MFR (g)		MSR (g)	
	5%	10%	5%	10%
10	893,52Aa	628,75Cb	254,63Aa	158,62Cb
20	842,86Aa	864,96Ba	236,48Aa	232,81Ba
30	738,68Bb	1027,59Aa	203,71Bb	286,12Aa
40	670,75Bb	941,15Ba	182,61Bb	265,02Aa
DMS	85,35		22,95	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas linhas, e maiúsculas, nas colunas não diferem entre si pelo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

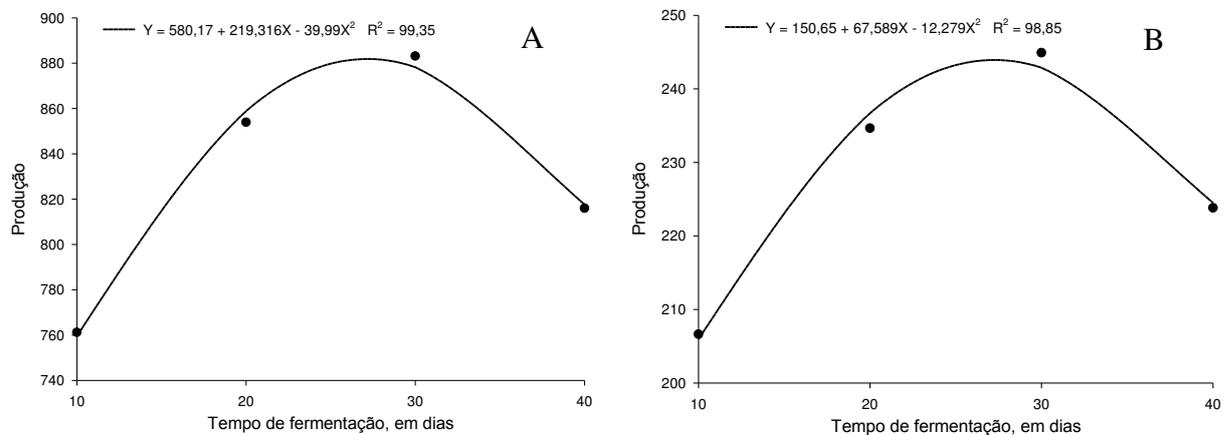
O incremento na produtividade total e comercial de raízes, em função do emprego do biofertilizante é atribuído a esse insumo orgânico, capaz de proporciona maior deslocamento dos nutrientes, os quais são facilmente disponíveis pelas plantas, quando comparados a outros adubos. Com relação aos nutrientes encontrados no biofertilizante, sua participação é fundamental no aumento da produção de raízes de batata-doce, ele influencia os processos

envolvidos com o crescimento e desenvolvimento das plantas e aumenta o potencial produtivo.

Segundo Santos et al. (2006), relataram que a adubação com fontes orgânicas no cultivo da batata-doce, especialmente o biofertilizante a base de esterco de animais, traduz-se no aumento de produção de raízes. Nesse sentido, Barbosa (2005), verificou incremento da produtividade de raízes comerciais na batata-doce fertilizada com biofertilizante a 20% fornecido no solo.

Conforme Filgueira (2008), demonstrando que o biofertilizante associado ao nitrogênio desempenhou papel importante na quantidade comercial de raízes, possivelmente pela sua capacidade de melhorar as condições químicas e físicas do solo. De acordo com Cantarella et al. (2007), o equilíbrio dos nutrientes no solo é refletido pelo crescimento dos vegetais, melhorando a produção da cultura.

A aplicação do biofertilizante ao longo do tempo de fermentação provocou incremento na matéria fresca e seca da raiz, com máximo de 883,75 e 244,3g, nos tempos de fermentação de 28 e 26 dias, respectivamente. (Figura 6).



**Figura 6** - Produção da massa fresca (MFR) e massa seca (MSR) de raízes, em função do tempo de fermentação do biofertilizante em plantas de batata-doce aos 120 DAP. Pombal – PB, 2019

O incremento na produtividade total e comercial de raízes, em função do emprego do biofertilizante pode ser atribuído também ao fato de que esse insumo orgânico proporciona maior deslocamento dos nutrientes, os quais são facilmente disponíveis para as plantas, quando comparados a outros tipos de adubos. Soares et al. (2002) e Santos et al. (2006) relataram que a adubação com fontes orgânicas no cultivo da batata-doce, especialmente o biofertilizante a base de esterco de animais, traduz-se no aumento de produção de raízes.

Comparando-se os efeitos isolados das fontes de nutrientes sobre a produtividade de raízes comerciais, o biofertilizante enriquecido com NPK proporcionou incremento na

produção de raízes, (CANTARELLA et al., 2007). Com relação aos nutrientes contidos no biofertilizante a exemplo o nitrogênio, sua participação é importante no incremento da produção de raízes de batata-doce, por ser um nutriente que influencia os processos envolvidos com o crescimento e desenvolvimento das plantas, aumenta o potencial produtivo, quando fornecido em quantidades adequadas (QUEIROGA et al., 2007). Apesar do N influenciar na maior produção da batata-doce, mas não foi apenas ele que fez com que o biofertilizante proporcionasse esse aumento de produção.

Para Oliveira et al. (2010), a alta disponibilidade de nutrientes nessa hortaliça favorece o intenso crescimento na formação de raízes tuberosas, possivelmente pelo efeito dos elementos está prontamente disponível para ser captados pelos órgãos de absorções das plantas de batata-doce. Apesar do NPK contido no biofertilizante influenciar na maior produção da batata-doce, não foi apenas eles que proporcionaram aumento de produção na cultura da batata-doce.

## CONCLUSÕES

A concentração e o tempo de fermentação do biofertilizante favoreceu significativamente o crescimento das plantas de batata-doce, quando aplicados na concentração de 10% e fermentados por 30 dias.

A produção máxima de matéria fresca das raízes apresentou valor de 883,75g planta<sup>-1</sup>, ao aplicar o biofertilizante fermentado por 30 dias.

Devemos de considera a aquisição de material vegetativo para a fabricação do biofertilizante, histórico da área de cultivo e cultivar de batata-doce utilizada no experimento, pois podem variar entre as regiões.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, de S. C. 2009. Efeito de diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação no crescimento e produção do pimentão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.3, p.7-13.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C. et al. 2012. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce: **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 584-589.
- ARAÚJO, E. N. 2007. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 466-470.
- BARBOSA, A. H. D. 2005. Rendimento de batata-doce com adubação orgânica. Areia-PB: **Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- BLANKENSHIP, R.E. (2009) **Fotossíntese: As Reações Luminosas**. In: Taiz, L. Zeiger, E. *Fisiologia Vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, pp.147-181.
- CAMARGO, M. C. A. 2012. Importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, 4p.
- CANTARELLA, H. 2007. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). *Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, p. 376-470.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. 2004. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. **Empresa de Assistência Técnica e extensão Rural - PA**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 24p.
- CARMONA P. A. O. et al. 2015. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes: **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, 241-250.
- CAVALCANTE, J. T. et al. 2006 Análise de trilha em caracteres de rendimento de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas*): **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, p. 261-266.
- CONCENÇO, G. et al. 2008. Fotossíntese de biótipos de azevém sob condição de competição: **Revista da Sociedade Brasileira da ciência das Plantas Daninhas**, Viçosa, v. 26, n. 3, p.595-600.
- D´ANDREA, P. A.; MEDEIROS, M. B. 2002. Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e proteção de hortaliças. In: Congresso brasileiro de agricultura orgânica, natural, ecológica e biodinâmica, 1, 2002, Piracicaba. Anais... Piracicaba: **Agroecológica**, Biofertilizantes líquidos>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: Um sistema computacional de análise estatística: **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042.

FERREIRA, E. A. et al. 2011. Avaliação e agrupamento de genótipos de cana-de-açúcar de acordo com suas características fisiológicas: **Revista Trópica**, Ciências Agrárias e Biológicas, Chapadina, v. 5, n. 3, p.30-38.

FILGUEIRA, F. A. R. 2003. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa, UFV. 412 p.

FILGUEIRA, F. A. R. 2008. Convolvuláceas: batata-doce, a batata de clima quente. In:\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª Ed. Viçosa: Ed. UFV, p. 371-377.

FOLANI, J. R. S. et al. 2013. Adubação de cobertura na cultura da batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio: **Semina. Ciências Agrária** (online), v. 34, p. 117-126.

FORTES, C. R. 2010. Avaliação de genótipos de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], em diferentes tipos de cultivos, na região de tabuleiros costeiros do estado de Alagoas: **Dissertação**, (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, p. 103.

FU, Z. et al. 2019. Antioxidant activities and polyphenols of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves extracted with solvents of various polarities: **Food Science Institute**.

GRIFFIN, K.L., TURNBULL, M.H. 2013. Light saturated RuBP oxygenation by Rubisco is a robust predictor of light inhibition of respiration in *Triticum aestivum* L. **Plant Biology**, v. 15, p 769-775.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. A cultura da batata-doce: Produção brasileira de batata-doce no período de 2016 a 2017. Disponível em: [http://www.embrapa.br/hortaliças/batata doce em números](http://www.embrapa.br/hortaliças/batata%20doce%20em%20números). Acesso em: 17 Junho 2019.

IPA - **Instituto Agrônomo de Pernambuco**. 2008. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. Recife: IP, p. 125.

JUNIOR, E. C. S. et al. 2015. Desempenho de variedades de batata-doce sob cultivo orgânico e irrigado no submédio do São Francisco. **CONIDIS** Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido -10.

LEMOS, V. T.; CASTANHEIRA, D. T.; REIS, E. A. C. 2015. Fertilizantes especiais – Um novo patamar de produtividade: **Revista campo & negócios Grãos Brasil**, Maringá.

LIMA, F. S. O. et al. 2018. Farinha de batata-doce: um produto alternativo para alimentação e geração de renda nas comunidades rurais. **Jornada de iniciação científica e extensão** – Instituto Federal de Tocantins – Campus Palmas, p, 2176-4679.

LIMA, L. S. L. 2012. **Estudo socioeconômico da pimenta malagueta na região sudoeste da Bahia**. 2012. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

LOPES, D. A. P. et al. 2018. Características físicas e químicas de raízes, massa verde e seca de ramas de batata-doce em Gurupi - TO: **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, p. 36-44.

MAGRINI et al. 2011. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. **Revista Agrarian**. Dourados, v.4, n.12, p.146-151.

MEDEIROS D. C. et al. 2007. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos: **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 433-436.

NETO, J. V. L. et al. 2016. Tempo de fermentação e concentração do biofertilizante afetaram o Crescimento da batata-doce. II Simpósio Nacional de Estudos para Produção Vegetal no Semiárido. **Sociedade científica do semiárido Brasileiro**. Triunfo e Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.

NOLÊTO, D. C. de S. et al. 2015. Caracterização físico-química de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) Comum e Biofortificada: **Ciência Agrícola, Rio Largo**. v, 13, n 1, p, 59-68.

OGBO, F. C. 2010. Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 11, p. 4120-4124.

OLIVEIRA, A. P. 2010. Rendimento de batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante: **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 277-281.

OLIVEIRA, P. A. et al. 2007. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante: **Ciência. agrotecnica**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1722-1728.

PENTEADO, S. R. 2010. Adubação orgânica. Compostos Orgânicos e Biofertilizantes - Campinas. SP. Edição do autor. 3º edição. 160 p. Biblioteca(s): **Embrapa Florestas**.

PINHEIRO, S. 2011. **Cartilha da Saúde do Solo** (Cromatografia de Pfeiffer). Fundação Juquira Candiru. P. 120.

PINHEIRO, S; BARRETO, S. B. 2000. Mb-4 agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Alagoas: **MIBASA**, P. 273.

PINZÓN-TORRES, J. A.; SCHIAVINATO, M. A. 2008. Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais: **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 395-404.

PRADO, R. M e FILHO, A. B. C. 2016. **Nutrição e adubação de hortaliças**: Jaboticabal: FCAV/CAPEES, p, 600.

QUEIROGA, R. C. F. et al. 2007. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita: **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p, 371-374.

RAMOS, A. S. 2019. Cultivo da batata-doce em função de diferentes fontes de adubação em latossolo amarelo da Amazônia Central. 2019. 49 f: **Dissertação**, (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

RODOLFO JUNIOR, F. Respostas do maracujazeiro-amarelo e da fertilidade do solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. 2007. 96 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, UFPB, Areia, 2007. Cap. IV.

ROESLER, P. V. S. O. et al. 2008. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata- de batata-doce no oeste do este do Paraná: **Acta Ciência Agronômica**. Maringá, p, 117-122.

SANTOS, A. C.; AKIBA, F. 1996. Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa: **Seropédica**, Imprensa Universitária/UFRRJ, p 35.

SANTOS J. F.; BRITO C. H.; SANTOS M. C. C. A. 2010. Avaliação da produção de batata-doce em função de níveis de adubação orgânica: **Acta Ciência Agronômica**, v. 32, n. 4, p. 663-666.

SANTOS, J. F. et al. 2006. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica: **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 103-106.

\_\_\_\_\_. 2008. Componentes de produção e rendimentos de batata-doce em função das doses de esterco de bovino: **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.7, n.2, p.115-121.

SANTOS, J. C. et al. 2012. Estudo da cinética de secagem de batata-doce (*Ipomoea batatas*): **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 323-328.

SHARKEY T. D.; SCHRADER S.M. 2006. Estresse de alta temperatura. In: Madhava Rao K, Raghavendra A., janardhan Reddy K. (eds( Fisiologia e biologia molecular da tolerância ao estresse em plantas: **Springer, Dordrecht**, p. 101-129.

SILVA. E. A. et al. 2016. Tempo de fermentação e concentração do biofertilizante afetaram a produção da batata-doce. II Simpósio Nacional de Estudos para Produção Vegetal no Semiárido: **Sociedade científica do semiárido Brasileiro**, Triunfo e Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.

SILVA, A. F. 2007. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, (Embrapa Semiárido. Comunicado Técnico, 130). Disponível em:< <https://www.embrapa.br/semiárido/busca-de-publicacoes>.

SILVA, G. O. et al. 2015. Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz: **Revista. Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 4 p. 379-383.

SILVA, C.A., MOURA, E.P. 2013 Avaliação dos teores foliares da clorofila na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), em relação às concentrações de nitrogênio. **Monografia**. Curso de em Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC, 36p.

SOARES K. T.; MELO. A. S.; MATIAS, E. C. A. 2002. Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam). João Pessoa: **Empresa Paraibana de Pesquisa e Extensão-PB**, Documentos, v. 4, p. 26.

SOUZA, J. L.; RESENDE. P. 2003. **Manual de horticultura orgânica**: Aprenda fácil, 2º ed. Viçosa: UFV, p. 843.

TAIZ, L. et al. 2017. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**: 6. ed. Porto Alegre: **Artmed**, p. 888.

TRANI, P. E; et al. 2013. Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas. **IAC**. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, SP.

VAN HEERDEN, P. D. R.; LAURIE, R. 2008. Effects of prolonged restriction in water supply on photosynthesis, shoot development and storage root yield in sweet potato. **Physiologia Plantarum**, v. 134, n. 1, p. 99-109.

WILLIAMS, R. et al. 2013. Sweet potato can contribute to both nutritional and food security in Timor-Leste: **Field Crops Research**, v. 146, p. 38-43.