



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

SUÊNIA MOTA RIBEIRO

**INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
NITROGÊNIO NA FERMENTAÇÃO DE MEL DE ABELHAS (*Apis
mellifera*) DO MUNICÍPIO DE TRIUNFO-PB**

Pombal
Agosto 2017

SUÊNIA MOTA RIBEIRO

**INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
NITROGÊNIO NA FERMENTAÇÃO DE MEL DE ABELHAS (*Apis
mellifera*) DO MUNICÍPIO DE TRIUNFO-PB**

Artigo Científico apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindústrias - PPGSA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA como pré-requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Ciência e Tecnologia em Sistemas Agroindustriais.

Linha de Pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Orientadora: Prof^ª. D. Sc. Alfredina dos Santos Araújo

Pombal
Agosto 2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

DIS

R484i

Ribeiro, Suênia Mota.

Influência das diferentes concentrações de nitrogênio na fermentação de mel de abelhas (*Apis mellifera*) do município de Triunfo – PB / Suênia Mota Ribeiro. – Pombal, 2017.

22f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Alfredina dos Santos Araújo".

1. Mel de abelha. 2. *Apis mellifera*. 3. Compostos nitrogenados. 4. Teor alcoólico. 5. Processo fermentativo. I. Araújo, Alfredina dos Santos. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 638.16(043)

CAMPUS DE POMBAL

“INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO NA FERMENTAÇÃO DE MEL DE ABELHA (*APIS MELÍFERA*) DO MUNICÍPIO DE TRIUNFO-PB”

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 03/03/2017

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.ª D. Sc. Alfredina dos Santos Araújo – PPGSA/UFMG/POMBAL
Orientadora



Prof. D. Sc. Everton Vieira da Silva – PPGSA/UFMG/POMBAL
Examinador Interno



Prof. D. Sc. Ewerton Marinho da Costa – UAGRA/UFMG
Examinador Externo



Prof. D. Sc. Gilcean Silva Alves – IFPB/JOÃOPESSOA
Examinador Externo

POMBAL-PB
MARÇO - 2017

*Dedico às minhas pequenas Raphaela
Vitória e Rhana Victória que a cada dia
me ensinam uma maneira nova de amar.
Vocês são a razão da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença constante em minha vida, dando-me força para lutar e não desistir desse sonho, à Ele toda honra e toda glória.

À professora Dra. Alfredina dos Santos Araújo pela orientação e por todo o suporte dado, por ter me dado oportunidade e condições para desenvolver esse trabalho, pelo apoio, consideração, respeito e amizade, minha eterna gratidão.

Ao meu coordenador professor Dr. Patrício Maracajá pelo apoio nas horas mais difíceis, sempre com uma palavra de incentivo, para sempre minha gratidão.

Aos professores Drs. Everton Marinho da Costa, Everton Vieira da Silva e Gilcean Silva Alves por terem aceitado participar da minha banca e por todas as contribuições.

Ao meu esposo Alfredo pelo apoio financeiro e incentivo durante todos esses anos.

À minha mãe Anita pelo exemplo, amor, apoio e paciência com minha filha Raphaelinha para que eu pudesse me ausentar para Pombal, à senhora todo meu amor e gratidão.

Ao meu pai Armando (*in memoriam*) que sempre me incentivou a correr atrás dos meus sonhos, eu tenho certeza que onde ele estiver, está muito feliz por mais esta minha conquista.

Aos meus irmãos pelo carinho e amizade, em especial à André que deu todo apoio com Raphaelinha durante minhas viagens para Pombal.

A todos os meus sobrinhos-afilhados pelo amor verdadeiro, em especial à Raphael (*in memoriam*) que sempre foi meu companheiro em todas as horas, eu sei que onde você está meu filho, está muito feliz por mim, e na certeza que a morte não é um adeus, e sim, até um dia.

À minha Nininha, minha cadelinha companheira das viagens para Pombal e de todas as horas alegres e tristes na minha vida.

Às professoras Aline Ferreira e Rubênia Costa que no momento mais difícil em que pensei em desistir de tudo, elas seguraram a minha mão e disseram: você não vai desistir, você vai até o fim e vai conseguir, porque você é capaz e seu sonho é mais importante que tudo. Jamais esquecerei, à vocês minha gratidão eterna.

Ao professor Dr. Celso Caldas por todo ensinamento de toda minha vida, incentivo, apoio em todas as horas, carinho, ter sua amizade é uma honra para mim meu amigo, meu eterno professor.

À FEPAM-PB (Federação Paraibana de Apicultura e Meliponicultura), na pessoa do sr. Marcos Antônio que tão gentilmente nos cedeu o mel para realização desse trabalho.

Ao professor Adriano Sant'Ana pela disponibilidade do LOUFT (Laboratório de Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte).

Às colegas de apartamento Edilene, Wennia, Andreia e Rayanne pelo companheirismo em todos os momentos, vocês são amizade para toda vida.

Aos amigos Cesar Carlos, Anderson Formiga, Wennia e Rayanne por todo apoio, atenção, estrutura e suporte em dias, noites e madrugadas compartilhadas no laboratório para a realização desse trabalho.

À todos que direta ou indiretamente me ajudaram nessa conquista, em especial, Lucia e Junior(CVT), Kadydja e Normando(Secretaria do mestrado).

Influência Das Diferentes Concentrações De Nitrogênio Na Fermentação De Mel De Abelhas (*Apis Mellifera*) Do Município De Triunfo-Pb.

Resumo: O mel é um alimento que apresenta glicose, maltose, vitaminas, enzimas, proteínas entre outros elementos de alto valor nutricional. A presença de compostos nitrogenados em quantidades adequadas é um fator de extrema importância para a multiplicação celular da levedura; durante a fase de crescimento da levedura, o nitrogênio é assimilado, dando suporte a altas taxas de crescimento e estimulando a atividade fermentativa. Diante disso, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito do nitrogênio em duas concentrações (50 ppm e 250 ppm) no processo fermentativo, a partir do mel de abelhas *Apis Mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*) oriundo do município de Triunfo-PB. Os experimentos foram realizados no LOUFT e no CVT do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal. Ao ser recepcionado, o mel de abelhas foi submetido a análises físico-químicas de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, e condutividade utilizando a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz. Durante o processo fermentativo foram coletadas amostras de 100 ml (em triplicata) de cada um dos reatores para análises físico-químicas de sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares redutores e teor alcoólico até completar 120 horas onde observou-se o fim da fermentação com a estabilização do Brix. Os dados coletados foram analisados com variância fatorial com medidas repetidas, as análises foram seguidas do teste de Tukey para verificar quais dos tratamentos se destacaram estatisticamente dos demais. Os resultados desta pesquisa evidenciam que entre os dois tratamentos aplicados o de 50 ppm obteve-se maior eficiência uma vez que, foi adicionado menos N e a produção de álcool foi similar ao tratamento com 250 ppm de N.

Palavras-chave: Compostos nitrogenados, Teor alcoólico, Processo Fermentativo.

Abstract: Honey is a food that presents glucose, maltose, vitamins, enzymes, proteins among other elements of high nutritional value. The presence of nitrogen compounds in adequate amounts is an extremely important factor for yeast cell multiplication; during the yeast growth phase, nitrogen is assimilated, supporting high growth rates and stimulating fermentative activity. The objective of this work was to verify the effect of nitrogen in two concentrations (50 ppm and 250 ppm) in the fermentation process, from honey *Apis Mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*) from the city of Triunfo-PB. The experiments were carried out in the LOUFT and CVT of the Center of Sciences and Technology Agroalimentaria (CCTA) of the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal Campus. Bees honey was submitted to physical-chemical analysis of soluble solids, pH, titratable acidity, and conductivity using the methodology described by the Adolf Lutz Institute. During the fermentation process, samples of 100 ml (in triplicate) of each of the reactors were analyzed for physicochemical analyzes of soluble solids, titratable acidity, reducing sugars and alcoholic content until 120 hours, where the end of the fermentation was observed with stabilization of the Brix. The collected data were analyzed with factorial variance with repeated measures, the analyzes were followed by the Tukey test to verify which of the treatments stood out statistically from the others. The results of this research evidenced that between the two treatments applied the one of 50 ppm obtained greater efficiency since, was added less N and the alcohol production was similar to the treatment with 250 ppm of N.

Key words: Nitrogen compounds, Alcohol content, Fermentation activity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
Local dos experimentos.....	11
Procedimentos metodológicos.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
CONCLUSÕES.....	...Erro! Indicador não definido.8
REFERÊNCIAS.....	Erro! Indicador não definido.9
APÊNDICES.....	2Erro! Indicador não definido.

INTRODUÇÃO

Apesar da longa estiagem que afetou o Nordeste nos últimos anos, a apicultura ainda é uma atividade que consegue se destacar no setor agropecuário.

A apicultura produz diversos produtos tais como: mel, pólen, própolis, cera e apitoxina e aguardente de mel. A aguardente de mel é um produto inovador e com grande potencial de mercado. A produção de aguardente de mel de abelhas de diferentes floradas, com características físico-químicas adequadas, podendo ser adotada por qualquer unidade industrial de produção de cachaça. A produção de aguardente utilizando-se mostos mistos (mel de abelhas de diferentes floradas e caldo de cana-de-açúcar) poderá resultar em bebida com características físico-químicas e sensoriais superiores às da aguardente de cana-de-açúcar (LIMA, 2011).

O mel e outros produtos relacionados à apicultura geram inúmeros benefícios no âmbito da agricultura familiar, na forma de fluxo de renda e postos de trabalho, contribuindo para uma melhor qualidade de vida ao produtor, desenvolvimento social e econômico da região e a diminuição do êxodo rural (PEREIRA et al., 2003).

O mel é um produto obtido através da extração do néctar das flores pelas abelhas, processado em seu corpo realizando a desidratação parcial do néctar e a digestão dos açúcares presentes em que as abelhas extraem o néctar de diversas flores para a produção do mel. Ele é um alimento que apresenta glicose, maltose, vitaminas, enzimas, proteínas entre outros elementos de alto valor nutricional (FREITAS, 2003; MENEZES, 2003). As abelhas *Apis mellifera* (*Hymenoptera: Apidae*) produtoras de mel coletam o néctar das flores e plantas e produzem um elemento açucarado, aromático e viscoso que se define como mel (PEREIRA et al., 2003).

A produção de mel no Brasil representa uma das atividades que fornece grandes oportunidades para a agricultura familiar na região nordeste do país possibilitando um desenvolvimento econômico e social para os que exercem essa ocupação. Ela é caracterizada como agricultura familiar, porque é desenvolvida pelos pais, filhos e familiares que identificam nela uma forma de ocupação e renda. Além disso, quando se volta para o serviço de extração de mel, verifica-se que a barreira de entrada para essa ocupação é baixa (COSTA, 2016).

Pelo fato de ter utilização nas indústrias alimentícias e farmacêuticas e nas indústrias de cosméticos, além de apresentar facilidade de ser explorado e comercializado, o mel é o produto apícola de maior demanda no mercado (FREITAS, KHAN e SILVA, 2004).

Na produção de bebidas alcoólicas a complementação nitrogenada do mosto, com substâncias nitrogenadas como sulfato de amônio, amônia, ureia, proteína, pequenos peptídeos, bases nitrogenadas ou aminoácidos pode constituir uma prática benéfica para a multiplicação e o desenvolvimento do fermento, aumentando os índices de eficiência, rendimento e produtividade do processo (PEREIRA, 2007).

Por não existir trabalhos desenvolvidos na região do sertão paraibano com mel de abelhas (*Apis mellifera*), esse trabalho visa estudar novas técnicas no processo fermentativo verificando o efeito do nitrogênio em duas concentrações (50 ppm e 250 ppm), a partir do mel de abelhas *Apis mellifera* de diferentes floradas oriundo do município de Triunfo-PB.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do Experimento

Os experimentos do presente trabalho foram realizados no Laboratório de Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte (LOUFT) e no Centro Vocacional Tecnológico (CVT), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal.

Procedimentos metodológicos

Como matéria-prima, utilizou-se o mel de abelhas (*Apis mellifera*) de diferentes floradas, recentemente coletado para esse trabalho, oriundo de cooperativas de apicultores localizados no município de Triunfo, no sertão paraibano. Ao ser recepcionado, o mel de abelha foi submetido às análises físico-químicas de pH, acidez titulável, e condutividade utilizando a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

Usando a metodologia descrita pelo professor dr. Adriano Sant'Ana Silva, deu-se início ao processo de preparação do mosto onde foi adicionado 2,6 litros de água potável da rede pública, duplamente filtrada em filtro de carvão ativado classe CIII e PIII, e em filtro de polietileno classe CI a 750 ml de mel. O mel de abelha foi diluído até o teor de sólidos solúveis 19,7 °Brix, passando a ser denominado mosto. Após esta etapa foi inoculado 4g de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, este mosto foi dividido em três fermentadores de vidro, cada um, com capacidade para 3 litros, sendo o volume operacional de 1 litro, onde os fermentadores foram identificados como reator 1, reator 2 e reator 3, deu-se assim início ao processo fermentativo.

Em seguida como fonte de nitrogênio foi adicionado Sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. O reator 1 foi considerado sendo a testemunha, o qual não foi adicionado nitrogênio. No reator 2 foi adicionado a concentração de 50 ppm de nitrogênio, sendo a massa do sal 0,3536mg. No reator 3 foi adicionado a concentração de 250 ppm de nitrogênio, sendo 1,7679 mg do sal, conforme exposto na figura a seguir.

Figura -2 Reatores com nitrogênio



Fonte: Autoria própria

Após esse processo inicial foram coletadas amostras de 100 ml (em triplicata) de cada um dos reatores para realização de análises físico-químicas de sólidos solúveis, teor alcoólico, acidez titulável e açúcares redutores, sendo as análises de açúcares pelo método DNS, descrito por Vasconcelos, Pinto e Aragão (2013). O teor alcoólico pelo método ebulliométrico, conforme descrito por Jacobson (2006). Para a acidez total titulável e os sólidos solúveis foram usadas as metodologias descritas pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008), em seguida foram coletadas amostras em um tempo inicial(t_0), logo após no

intervalo de 12 horas, em seguida em intervalos de 24 horas até completar 120 horas da fermentação, onde observou-se a estabilização do Brix.

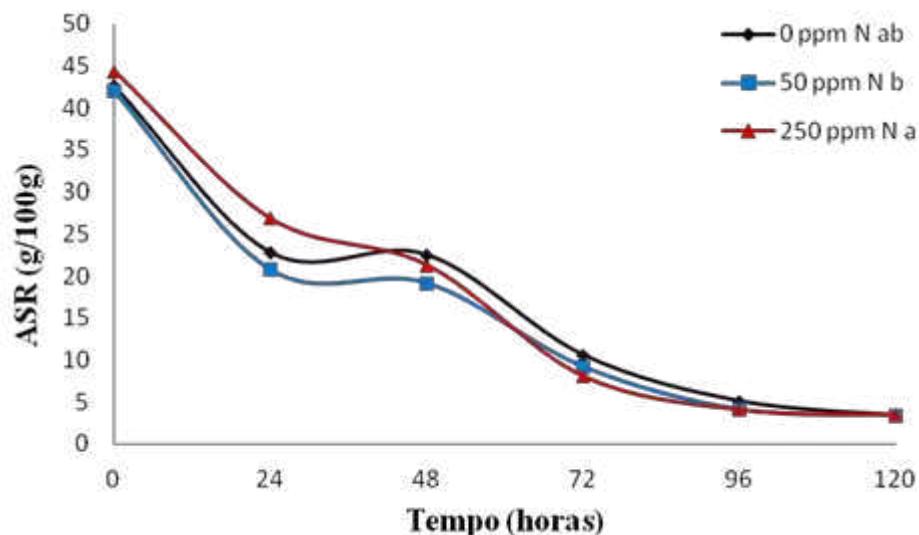
Com o objetivo de verificar se os tratamentos exerceram efeito sobre as variáveis dependentes e se os valores das mesmas variaram significativamente ao longo do tempo, foram aplicadas as Análises de Variância Fatoriais com medidas repetidas. Este teste foi escolhido devido aos dados apresentarem dependência amostral ao longo do tempo. As análises foram seguidas do teste de Tukey para verificar quais dos tratamentos se destacaram estatisticamente dos demais. Foi utilizado o programa R 3.3.1 (R Core Team, 2016). Para a ANOVA foram utilizadas as funções *lme* e *anova* do pacote *nlme* (Pinheiro et al., 2017) e para o teste de Tukey utilizamos a função *glht* do pacote *multcomp* (Hothorn et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis dependentes diferiram significativamente ao longo do tempo ($P < 0,05$; Apêndices). As variáveis Açúcares Redutores, Teor Alcoólico e Acidez Titulável foram afetadas significativamente pelos tratamentos com nitrogênio (Figuras 3, 4 e 5) de acordo com o teste de Tukey. A variável Sólidos Solúveis não foi afetada significativamente pelos tratamentos de acordo com o teste de Tukey ($P > 0,05$; Figura 6).

Os açúcares redutores foram reduzidos ao longo do tempo em todos os tratamentos, sendo que o tratamento com adição 250 ppm de nitrogênio mantém níveis melhores nas primeiras horas, em especial do início até as 48 horas no processo fermentativo, depois favorece a transformação do açúcar (Figura 3).

Figura 3- Variação ao longo do tempo nos Açúcares em mostos fermentados submetidos a tratamentos quanto à adição de nitrogênio em diferentes doses: 0 ppm (controle), 50 ppm e 250 ppm. Na legenda, letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade.

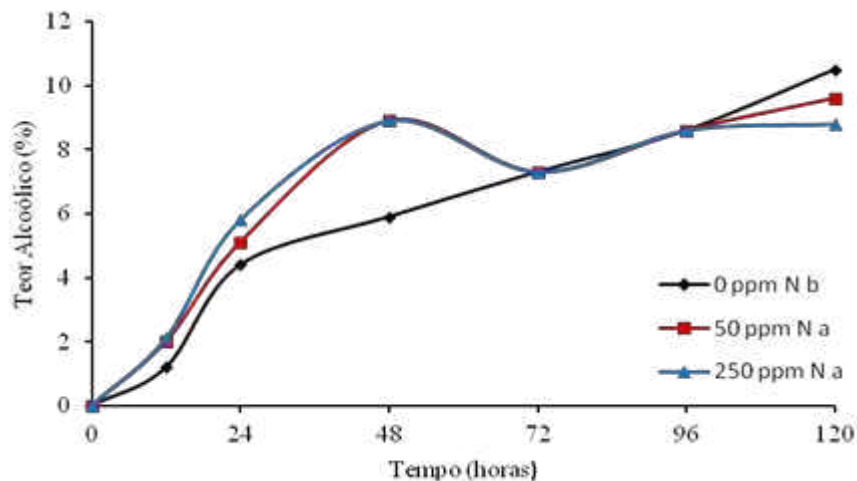


Fonte: Autoria Própria

O teor alcoólico dos fermentados aumentou em todos os tratamentos ao longo do tempo. Os tratamentos com as diferentes concentrações de nitrogênio (50 e 250 ppm) contribuem com a rápida

transformação de açúcares e maiores teores alcoólicos que o tratamento controle (0 ppm), especialmente entre as 12 e 48 horas de experimento (Figura 4).

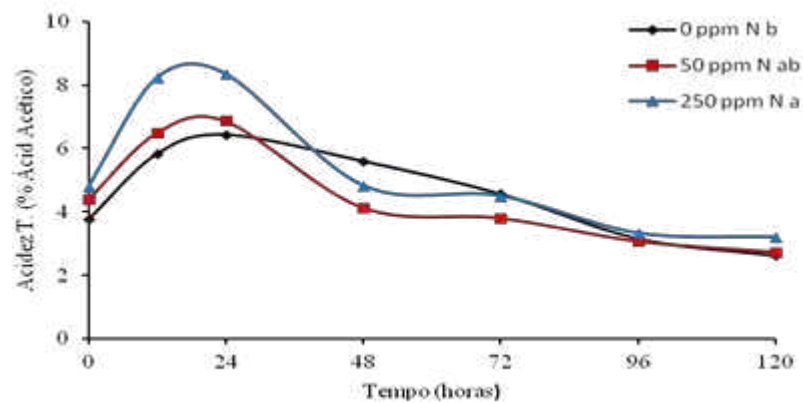
Figura 4 - Variação ao longo do tempo no Teor Alcoólico em mostos fermentados submetidos a tratamentos quanto à adição de nitrogênio em diferentes doses: 0 ppm (controle), 50 ppm e 250 ppm. Na legenda, letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade.



Fonte: Autoria Própria

A acidez total titulável apresentou uma forte elevação em todos os tratamentos entre as horas 12 e 24 do experimento, após o que houve uma lenta queda até às 120 horas (Figura 5). A adição de 250 ppm de nitrogênio aumentou significativamente a acidez nas primeiras horas de fermentação e isso ocorre devido as bactérias acéticas presentes no mosto, provocando aumento da acidez durante o processo fermentativo. A acidez total leva em conta todo tipo de ácidos, tais como aminoácidos e ácidos inorgânicos como o ácido fosfórico, ácidos orgânicos como os ácidos succínico e lático que são produzidos por bactérias e leveduras (RIBÉREAU-GAYON, 2006). Assim, tanto a composição do mel utilizado bem como a ação de leveduras e bactérias sobre o mosto influenciarão na acidez total do produto final (FERRAZ, 2015).

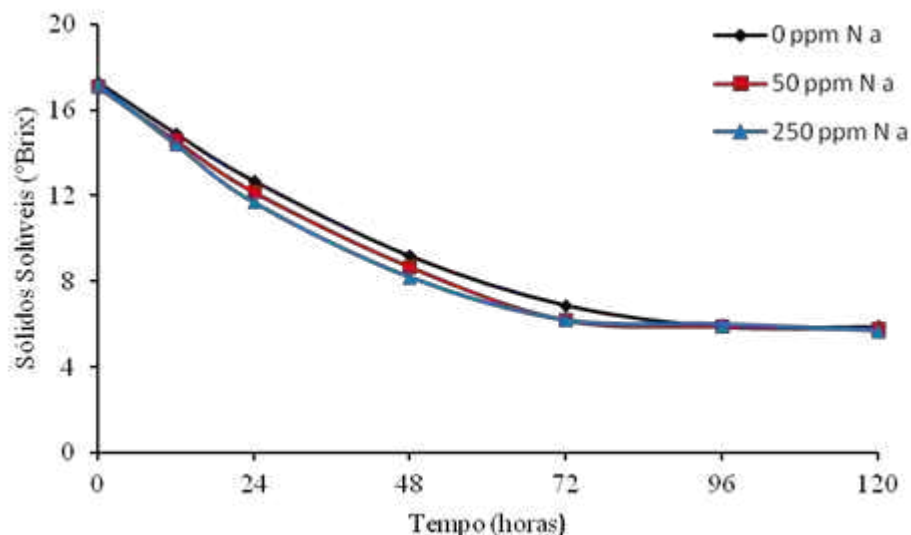
Figura 5 - Variação ao longo do tempo na Acidez Titulável em mostos fermentados submetidos a tratamentos quanto à adição de nitrogênio em diferentes doses: 0 ppm (controle), 50 ppm e 250 ppm. Na legenda, letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade.



Fonte: Autoria Própria

Os sólidos solúveis foram reduzidos gradativamente ao longo do experimento em todos os tratamentos conforme verifica-se na Figura 6, onde o Brix ideal para o mosto, segundo Cândido (2012) se encontra entre 16° e 22°, e no presente trabalho constatou-se Brix ideal nas 04 primeiras horas em todos os tratamentos avaliados e isso se dá devido o alto consumo de açúcar com o passar do tempo. Apesar da Análise de Variância ter indicado diferença significativa entre os tratamentos (Apêndices 4A), o teste Tukey não conseguiu diferenciar quais tratamentos se destacaram dos demais neste quesito (Apêndices 4B).

Figura 6 - Variação ao longo do tempo nos Sólidos Solúveis em mostos fermentados submetidos a tratamentos quanto à adição de nitrogênio em diferentes doses: 0 ppm (controle), 50 ppm e 250 ppm. Na legenda, letras diferentes indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey a 95% de probabilidade.

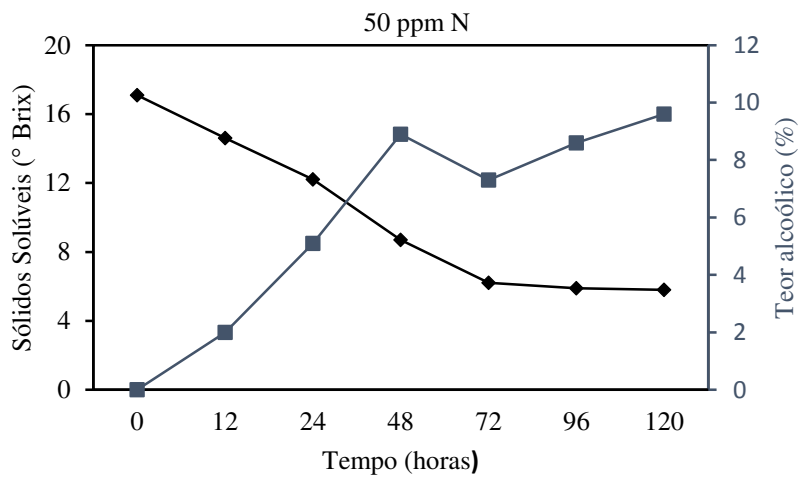
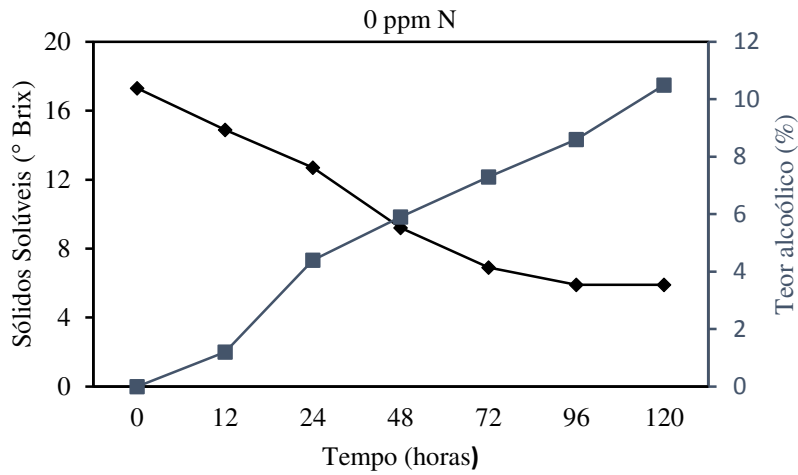


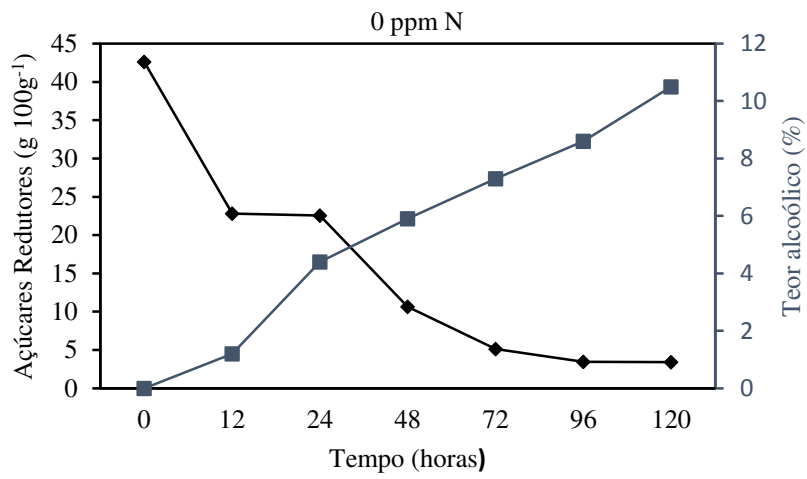
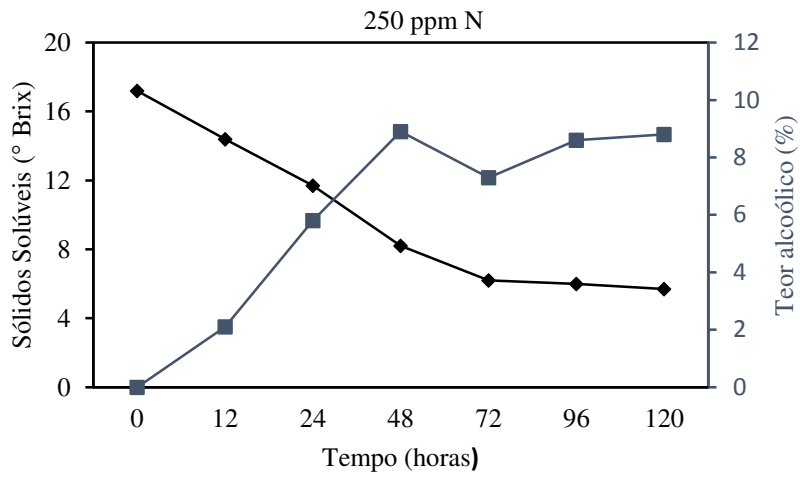
Fonte: Autoria Própria

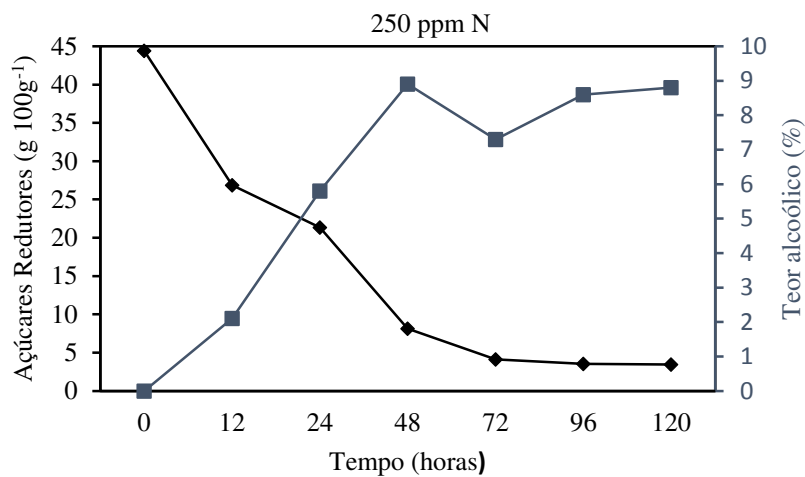
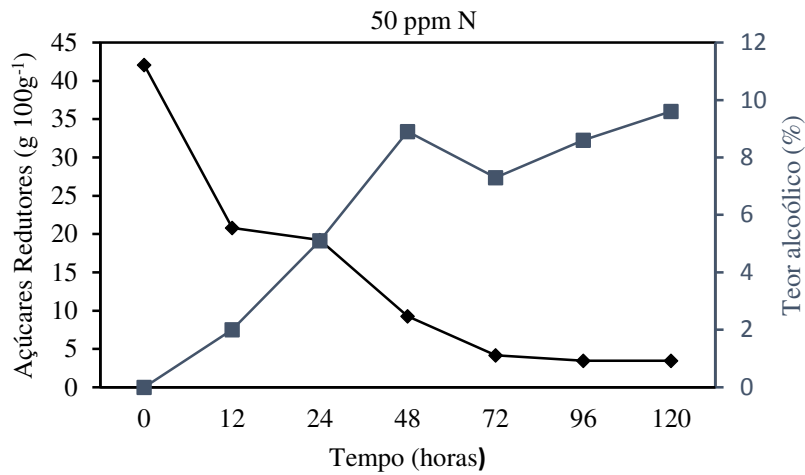
O estudo cinético de todas as variáveis do processo de fermentação alcoólica é necessário pois é através dos valores obtidos neste estudo que se pode confrontar com outros dados experimentais já estudados e assim, delinear parâmetros que possa ser útil a um novo produto que possa ser produzido.

Figura 7 - Resultados referentes à cinética de fermentação alcoólica do mosto de mel de abelhas com as concentrações 0 (controle), 50 e 250 ppm de Nitrogênio.

Cinética fermentativa referente as concentrações 0 (controle), 50 e 250 ppm de Nitrogênio.







Os sólidos solúveis foram reduzidos gradativamente ao longo do experimento em todos os tratamentos e isso se dá devido ao alto consumo de açúcar com o passar do tempo. Houve um consumo considerável de açúcares fermentescíveis nos tratamentos com as diferentes concentrações de nitrogênio (50 e 250 ppm) favorecendo a rápida transformação de açúcares em maiores teores alcoólicos que o tratamento controle (0 ppm).

CONCLUSÕES

Apresentou-se um consumo considerável de açúcares fermentescíveis pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* no período de 120 hs, na fermentação alcoólica do mosto.

No tratamento em que foi adicionado 250 ppm de Nitrogênio (N) houve um consumo elevado de sólidos solúveis, contudo, a produção de álcool não foi a mais elevada, foi a mesma para o tratamento com 50 ppm de N, com isso, afirma-se que não é viável adicionar uma concentração maior de N nesse sistema.

A acidez apresentou uma forte elevação em todos os tratamentos entre as horas 12 e 24 do experimento, isso deve-se a composição do mel utilizado, a ação de leveduras e bactérias acéticas presente no mosto.

Em relação ao controle, onde não houve adição de N, pode-se observar um consumo de sólidos solúveis próximo aos sistemas com tratamento, porém, resultando em uma produção de álcool superior.

Levando em conta aproximadamente 50 hs, o teor alcoólico dos dois tratamentos foi superior ao controle

Entre os dois tratamentos aplicados o de 50 ppm obteve-se maior eficiência uma vez que, foi adicionado menos N e a produção de álcool foi similar ao tratamento com 250 ppm de N.

REFERÊNCIAS

- CÂNDIDO, Leandro. **Alvorada do Bebedouro S.A - Açúcar e Álcool at Alvorada do Bebedouro S.A - Açúcar e Álcool**. Outubro de 2012.
- COSTA, R. O. BEZERRA, A. H. A.; FERREIRA, A. C.; PEREIRA, B. B. M.; PIMENTA, T. A.; ANDRADE, A. B.A. Análise hierárquica dos problemas existentes na produção de mel do Estado da Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. V. 11, Nº 2, p. 24-28, 2016.
- DOMÍNGUEZ, V. E. L.; NELSON, D. L.; MAIA, A. B. R.; Influência do fubá e do farelo de arroz sobre a formação de produtos secundários da fermentação alcoólica. **STAB**, Piracicaba, v.15, n.4, p. 28-31, 1997.
- FERRAZ, F. O. Estudo dos parâmetros fermentativos, características físico-químicas e sensoriais do hidromel. Tese de doutorado em Biotecnologia Industrial na área de Microbiologia Aplicada. USP, 2015. 129p.
- FREITAS, D. G.F. **Nível tecnológico e competitividade da produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará**. 2003. 94f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Pós-Graduação em Economia Rural, Departamento de Economia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza-CE, 2003
- FREITAS, D. G. F.; KHAN, A. S. e SILVA, L. M. R. **Nível tecnológico e rentabilidade de produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará**. *Rev. Econ. Sociol. Rural* vol.42 no.1 Brasília Jan./Mar. 2004.
- HOTHORN T, Bretz F and Westfall P (2008). Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50(3), 346-363.
- IAL. Normas Analíticas Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- JACOBSON, J. L. Introduction to wine laboratory practices and procedures. New York, NY: Springer Science Busines Media Editora. 2006. 390p.
- JERONIMO, E. M. **O nitrogênio protéico na fermentação alcoólica e sua influência na qualidade da cachaça**. 2004. 132 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- JORGENSEN, A. **Microbiologia de las fermentaciones industriales**. Zaragoza:Acribia, 1959. 591p.
- LIMA, T. O. **Produção artesanal de aguardente de mel de abelhas de diferentes floradas**. 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceio, AL. 2011.
- MENEZES, Paulo. Mel de abelha, remédio ou alimento? **Jornal Gazeta do Oeste**. Mossoró. 19 jun. 2003.
- PEREIRA, F. de M. et al. **Produção de mel**. Embrapa Meio-Norte, 2003.

PEREIRA, A. F. **Suplementação de nitrogênio sobre a fermentação alcoólica para produção de cachaça, cerveja e vinho.** 2007. 99f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.

PINHEIRO, J. et al. Core Team (2017). nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-131, <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>.

PULZATTO, M. E. **Fatores que Influem na Obtenção de Biomassa de Levedura Seca (*Saccharomyces cerevisiae*) da Fermentação alcoólica.** 2000. 112p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 2000.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

VASCONCELOS, N. M.; PINTO, G.A.S.; ARAGAO, F. A. S. de Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3,5-dinitrosalicílico: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 87).

APÊNDICES

Apêndice 1A. ANOVA para o efeito dos tratamentos com nitrogênio e do tempo sobre os açúcares totais em mostos fermentados.

Tratamentos	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	17	115912	<.0001
Tratamento	2	17	126.41	<.0001
Tempo	5	17	3328.79	<.0001
Tratamento:Tempo	10	17	89.52	<.0001

Apêndice 1B. Teste de Tukey para o efeito dos tratamentos com nitrogênio sobre os açúcares totais em mostos fermentados.

Tratamentos	Estimate	Std.Error	z-value	Pr(> z)
250ppm-0ppm	0.023	0.01003	2.293	0.06549
50ppm-0ppm	-0.009	0.01003	-0.897	1
50ppm-250ppm	-0.032	0.01003	-3.191	0.00426

Apêndice 2A. ANOVA para o efeito dos tratamentos com nitrogênio e do tempo sobre o teor alcoólico em mostos fermentados.

Tratamentos	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	52	4894.628	<.0001
Tratamento	2	52	4.34	0.0181
Tempo	6	52	279.806	<.0001

Apêndice 2B. Teste de Tukey para o efeito dos tratamentos com nitrogênio sobre o teor alcoólico em mostos fermentados.

Tratamentos	Estimate	Std.Error	z-value	Pr(> z)
250ppm-0ppm	5.14E-01	2.02E-01	2.551	0.0322
50ppm-0ppm	5.14E-01	2.02E-01	2.551	0.0322
50ppm-250ppm	-9.99E-16	2.02E-01	0	1

Apêndice 3A. ANOVA para o efeito dos tratamentos com nitrogênio e do tempo sobre a acidez titulável em mostos fermentados.

Tratamentos	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	40	4256.179	<.0001
Tratamento	2	40	27.508	<.0001
Tempo	6	40	155.655	<.0001
Tratamento:Tempo	12	40	4.059	4.00E-04

Apêndice 3B. Teste de Tukey para o efeito dos tratamentos com nitrogênio sobre a acidez titulável em mostos fermentados.

Tratamentos	Estimate	Std.Error	z-value	Pr(> z)
250ppm-0ppm	1.0333	0.3232	3.197	0.00417
50ppm-0ppm	0.6333	0.3232	1.959	0.15018

50ppm-250ppm	-0.4	0.3232	-1.238	0.64765
--------------	------	--------	--------	---------

Apêndice 4A. ANOVA para o efeito dos tratamentos com nitrogênio e do tempo os sólidos solúveis em mostos fermentados.

Tratamentos	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	40	2541432.8	<.0001
Tratamento	2	40	486.4	<.0001
Tempo	6	40	74555.8	<.0001
Tratamento:Tempo	12	40	62.6	<.0001

Apêndice 4B. Teste de Tukey para o efeito dos tratamentos com nitrogênio tempo os sólidos solúveis em mostos fermentados.

	Estimate	Std.Error	z-value	Pr(> z)
250ppm-0ppm	-6.67E-02	4.12E-02	-1.62	0.316
50ppm-0ppm	-6.67E-02	4.12E-02	-1.62	0.316
50ppm-250ppm	1.11E-14	4.12E-02	0	1