



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

**PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE ORGÂNICO COMPOSTO OBTIDO A PARTIR DA
FERMENTAÇÃO E DESTILAÇÃO DO EXTRATO DE MANDIOCA**

Felipe Lucas da Silva

Orientador: Prof. Dr. Brener Magnabosco Marra

Ouro Branco

Junho/ 2017

**PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE ORGÂNICO COMPOSTO OBTIDO A PARTIR DA
FERMENTAÇÃO E DESTILAÇÃO DO EXTRATO DE MANDIOCA**

Felipe Lucas da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado em cumprimento às
exigências do Curso de Bacharelado em
Engenharia de Bioprocessos da
Universidade Federal de São João Del
Rei.

Orientador: Prof. Dr. Brener Magnabosco Marra

Ouro Branco

Junho/ 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

**PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE ORGÂNICO COMPOSTO OBTIDO A PARTIR DA
FERMENTAÇÃO E DESTILAÇÃO DO EXTRATO DE MANDIOCA**

Felipe Lucas da Silva

A Banca Examinadora, composta pelos membros abaixo, avaliou este TCC:

Brener Magnabosco Marra

Edson Romano Nucci

Alessandra Costa Vilaça

Ouro Branco, 30/06/2017

RESUMO

O Brasil é um grande produtor agroindustrial e para alcançar esse patamar são necessários insumos para as lavouras, tais como fertilizantes de alta qualidade e desempenho agrônômico. Nesse contexto o objetivo do trabalho foi produzir um fertilizante obtido a partir da mandioca e avaliar seu desempenho como potencial fertilizante orgânico composto. Mandioca descascada e moída foi utilizada para preparar o mosto, em que uma parte foi hidrolisada com ácido fosfórico 85% (8mL/L) e a outra parte não foi hidrolisada. Foi adicionado 500 g de sacarose e ambos foram fermentados pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* UFLA CA-11. Após a filtração do mosto fermentado, foram coletadas amostras e o restante foi submetido à destilação descontínua em alambique de cobre. Foram obtidas quatro amostras/extratos: mosto fermentado de mandioca com e sem hidrólise ácida e mosto fermentado e destilado de mandioca com e sem hidrólise. Tais amostras foram usadas para tratar sementes de milho (Di Solo Sementes – DSS 1001) conforme Manual de Tratamentos de Sementes (MAPA, 2015), numa dosagem de 3mL/Kg de semente. Foram avaliados a porcentagem de germinação, crescimento radicular e crescimento da superfície aérea das sementes. Os melhores resultados foram nas plântulas obtidas das sementes tratadas com o extrato do mosto fermentado e destilado com hidrólise ácida. Entretanto, para o crescimento da parte aérea das plântulas, o tratamento das sementes com o extrato destilado sem hidrólise ácida foi superior.

Palavras-chave: mandioca, fertilizante, milho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. PREPARAÇÃO DO EXTRATO.....	17
3.2. APLICAÇÃO NAS SEMENTES.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção brasileira, em toneladas, de alguns grãos [2].....	9
Figura 2 - Consumo de fertilizantes no Brasil, 1950 a 2016 [3].	11
Figura 3 - Produção e Importação de Fertilizantes Intermediários no Brasil [22].....	11
Figura 4 - Estrutura da amilose e amilopectina, componenetes do amido [13].....	12
Figura 5 - Via metabólica da fermentação de etanol em <i>S. cerevisiae</i> . Abreviações: HK: enzima hexoquinase, PGI: fosfoglucoisomerase, PFK: fosfofrutoquinase, FBPA: frutose bifosfato aldolase, TPI: triose fosfato isomerase, GAPDH: gliceraldeido-3-fosfato desidrogenase, PGK: fosfoglicerato quinase, PGM: fosfoglicomutase, ENO: enolase, Pyk: piruvato quinase, PDC: piruvato descarboxilase, e ADH: álcool desidrogenase [18].	15
Figura 6 - Reação da hidrólise ácida do amido [19].....	16
Figura 7 - a) Mandioca previamente descascada e b) durante etapa do processamento.....	17
Figura 8 - Dorna 01, após 24 horas de fermentação.....	18
Figura 9 - Dorna 02, após 24 horas de fermentação.....	18
Figura 10 - Características da espécie de Milho Híbrido Duplo DSS1001[9].....	19
Figura 11 - Triplicatas das sementes nas embalagens preparadas para o teste de germinação.....	20
Figura 12 - Número de sementes germinadas e não germinadas.....	21
Figura 13 - Sementes submetidas ao contato com a amostra Testemunha Negativa.....	22
Figura 14 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato sem Destilar com Hidrólise Ácida.....	22
Figura 15 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato sem Destilar sem Hidrólise Ácida.....	22
Figura 16 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato Destilado sem Hidrólise Ácida.....	23
Figura 17 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato Destilado com Hidrólise Ácida.....	23
Figura 18 - Média do Comprimento Radicular das 10 melhores sementes obtidas em cada amostra.....	23

Figura 19 - Média do Comprimento da Plântula das 10 melhores sementes obtidas em cada amostra.....	24
Figura 20 - Comparação da média do comprimento das raízes com 03 fertilizantes disponíveis no mercado.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem de germinação das sementes de milho.....	21
---	----

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de grãos do mundo e, potencialmente, é o único com capacidade de dobrar sua produção e tornar-se o maior fornecedor de alimentos, de matérias-primas para indústria e combustíveis renováveis para o mundo [1].

Entre os produtos mais cultivados no Brasil estão a soja, o milho e o algodão, importantes itens da pauta de exportações brasileira. De acordo com o Nono Levantamento realizado em junho/2017 pela Conab – Companhia Nacional de Abastecimento a safra brasileira de grãos 2016/17 tem uma estimativa de produção de 234,33 milhões de toneladas, crescimento de 25,6% em relação à safra 2015/16, equivalente a 47,72 milhões de toneladas. A área plantada está estimada em 60,49 milhões de hectares e o crescimento previsto é de 3,7% se comparada com a safra 2015/16 [11].

Para o milho a estimativa de produção, referente à safra de 2016/17, é de 93,8 milhões de toneladas, distribuídas entre primeira safra (30,3 milhões de toneladas) e segunda safra (63,5 milhões de toneladas) [11]. Além disso, nota-se que a produção de milho no país, comparado ao restante da produção de grãos, sempre esteve entre as mais produzidas, como pode ser visto na Figura 1.

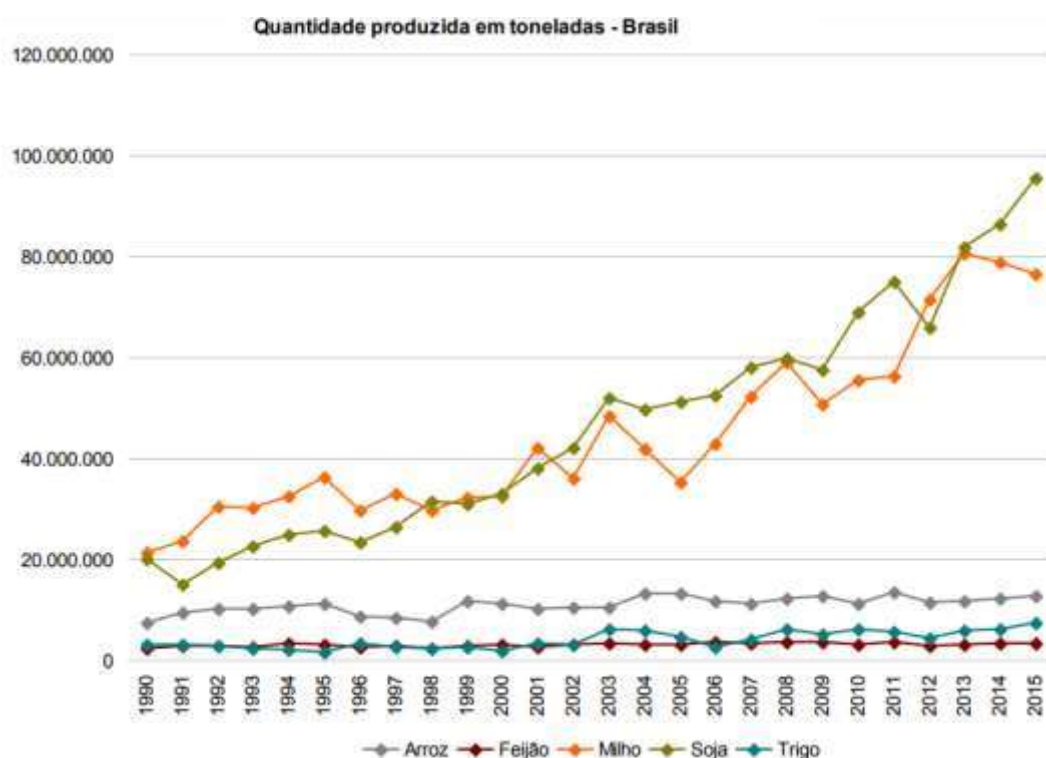


Figura 1 – Produção brasileira, em toneladas, de alguns grãos [2]

Entretanto, para que possa se alcançar esse montante há um grande consumo de insumos para as lavouras, como fertilizantes, inoculantes, adubos, entre outros [2].

Os fertilizantes são compostos orgânicos e inorgânicos utilizados para repor os nutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal. Nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, chamados de macronutrientes, constituem componentes importantes para as plantas tais como proteínas, ácidos nucleicos e clorofila, que são essenciais para processos de transferências de energia, manutenção da pressão interna e ação enzimática. Alguns nutrientes, como o boro, cobre, cloro, ferro, manganês e zinco, são necessários em menores quantidades, sendo chamados de micronutrientes. Além disso, nutrientes como o sódio, níquel e cobalto são requeridos no metabolismo de certos tipos de plantas, sendo utilizados em cultivos específicos. A deficiência ou ausência de quaisquer nutrientes pode comprometer o desenvolvimento das plantas [3].

Existem várias formulações de fertilizantes, com diferentes percentuais de nutrientes e cabe ao produtor fazer uso daquela que melhor atenda às suas necessidades. Os fertilizantes podem ser aplicados juntamente com o adubo no solo, nas sementes ou pulverizados nas plantações durante o seu desenvolvimento. A composição exata dos fertilizantes pode ser obtida nos manuais de recomendação para uso de corretivos e fertilizantes existentes nos diferentes Estados ou no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Cabe ao produtor certificar-se de que não haverá problemas de incompatibilidade de substâncias, antes de efetuar, a mistura de produtos [4]. Os fertilizantes são utilizados para complementar a demanda de nutrientes disponíveis no solo, compensar a perda de nutrientes decorrentes da lixiviação, além de melhorar a viabilidade econômica dos cultivos [3].

Desde 1960, o consumo de fertilizantes nos países em desenvolvimento aumentou de forma gradativa, e hoje atinge cerca de 60% do consumo mundial [3]. Pode-se verificar que, ao longo dos anos, houve um aumento no consumo de fertilizantes nas lavouras brasileiras, como pode ser visto na Figura 2.

TOTAL NO BRASIL - 1950 a 2016

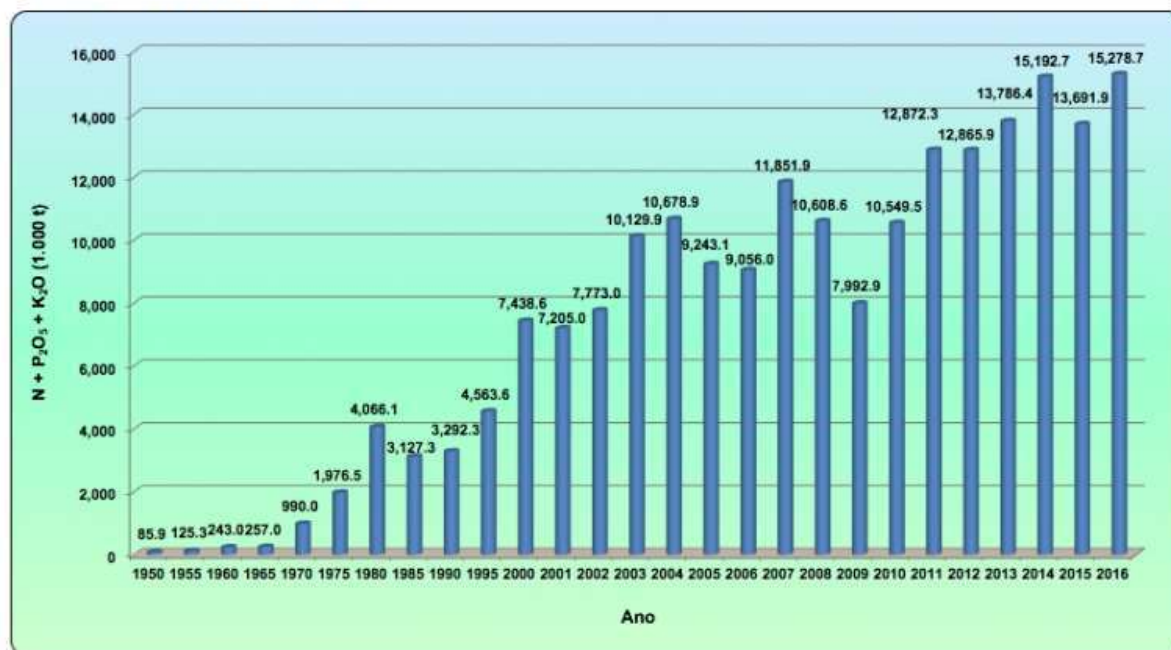


Figura 2 - Consumo de fertilizantes no Brasil, 1950 a 2016 [3].

Tais insumos geram um grande impacto no custo da produção, uma vez que grande parte são importados, como se pode verificar na Figura 3.

Produção Nacional de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)					
	2014	2015	2016	2017	2017/2016
Maio	744.557	708.216	757.000	698.286	-7,8 %
Janeiro a Maio	3.431.867	3.621.448	3.499.046	3.297.277	-5,8%
Total do Ano	8.817.680	9.115.260	8.999.817	3.297.277	

Importação de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)					
	2014	2015	2016	2017	2017/2016
Maio	1.894.689	1.865.673	2.044.954	2.076.751	1,6 %
Janeiro a Maio	8.888.373	7.330.098	7.756.169	9.354.523	20,6%
Total do Ano	24.035.600	21.087.299	24.485.493	9.354.523	

Figura 3 – Produção e Importação de Fertilizantes Intermediários no Brasil [22].

O Brasil é o 4º maior consumidor mundial de nutrientes para a formulação de fertilizantes ficando atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos [6]. Os gastos com fertilizantes representam de 30% a 40% dos custos associados à produção de grãos [7].

De maneira geral, os fertilizantes alteram a estrutura do solo, promovendo um aumento da porosidade total e da acidificação. A desvantagem do uso desse insumo é que os

fertilizantes podem promover a contaminação de aquíferos e águas superficiais, bem como, provocar efeitos adversos à saúde humana. Os impactos relacionados ao uso de fertilizantes são agravados devido o uso inadequado destes pelos agricultores [5].

Dessa forma, a utilização de fertilizantes deve ser estabelecida de acordo com os resultados de análise foliar, as características da área, a estimativa de produtividade, para impedir a aplicação de forma indiscriminada [8].

De acordo com o art. 2º, item III, letra n, da Lei Federal nº 6.894/1980 – Decreto nº 4.954/2004 define-se fertilizante orgânico composto como [21]:

Produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas;

Para produção desse tipo de fertilizante, citado acima, foi utilizado o amido, principal reserva energética das plantas e presente em abundância em raízes tuberosas, como a mandioca. Esse homopolissacarídeo possui ramificações de unidades D-glicose, constituído por duas porções diferentes (Figura 4) [12]:

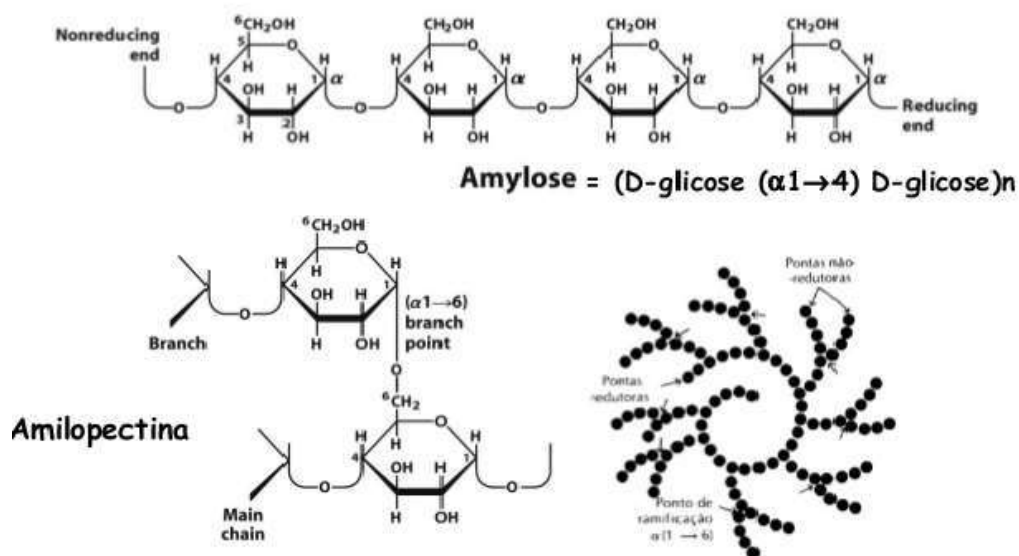


Figura 4 – Estrutura da amilose e amilopectina, componenetes do amido [13].

A glicose, unidade de construção do polissacarídeo, possui isomeria ótica por causa da existência de um carbono assimétrico. Essa isomeria é caracterizada pelo desvio do plano da luz polarizada para a direita, dextrógero (D), ou para a esquerda, levógero (L), e se refere ao

carbono assimétrico mais distante a partir do grupo aldeído. Usualmente a glicose possui a conformação D-glicose. O carbono de número 1 é chamado de carbono anomérico, que é responsável pela formação da ligação glicosídica e sua presença indica o potencial redutor do açúcar. Quando o grupo hidroxila (OH) do carbono anomérico está abaixo da estrutura do anel de D-glicose, diz-se que o açúcar apresenta configuração α (alpha). Quando o grupo hidroxila está acima do anel, diz-se que o açúcar apresenta configuração β (beta) [14].

A amilose tem uma massa molar média em torno de 105 - 106 g/mol e pode apresentar aproximadamente de 2-11 cadeias com entre 200 e 700 resíduos de glicose por cadeia, já a amilopectina, polímero muito maior, possui massa molar em torno de 107 -109 g/mol e um grau de polimerização que pode ser superior a 106. A maioria dos amidos possui de 60-90 % de amilopectina em massa [15].

O extrato utilizado no experimento como fonte de amido foi obtido através da mandioca, uma planta heliófila, perene, arbustiva, pertencente à família das euforbiáceas, que possui alto valor energético (cada 100 gramas possui em torno de 150 calorias), sais minerais (cálcio, ferro e fósforo) e vitaminas do complexo B. Vulgarmente, classificam as variedades de mandioca, em “bravas” (mandioca) ou “mansas” (aipim e macaxeira), conforme o teor de veneno que possuem. No experimento utilizou-se a chamada mandioca doce, conhecida também por aipim ou macaxeira, usada na alimentação [26]

O amido será o substrato para as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* que serão responsáveis pela realização do processo de fermentação. Os elementos essenciais para que ocorra o crescimento das leveduras incluem [16]: água, uma fonte de carbono (carboidratos fermentescíveis) como fonte energética, oxigênio, fonte de nitrogênio, vitaminas como fatores de crescimento e íons inorgânicos – importantes para o metabolismo celular.

O oxigênio, em baixas concentrações, é exigido por leveduras *Saccharomyces* para a síntese de esteróis e ácidos graxos insaturados, ambos críticos para a função e integridade das membranas das células de levedura [17].

As leveduras são capazes de se desenvolver em uma faixa de temperatura entre 5°C e 43°C e preferem um pH ácido, sendo o ideal 5,0-5,2 [16]. Quando uma levedura é transferida para um meio adequado sua propagação pode ocorrer em múltiplos estágios, na presença de açúcares fermentescíveis, como a glicose, ou fontes mais econômicas como caldo de cana-de-açúcar e melaço, e outras fontes adicionais de nutrientes como no caso, o extrato de mandioca. Nesta etapa, é ideal que seja mantida a condição aeróbica, para o aumento da concentração celular, e a fonte de carbono pode ser utilizada gradualmente, evitando assim o

efeito Crabtree, no qual enzimas relacionadas à respiração microbiana são inibidas e a produção de etanol aumenta [16].

Por esse motivo o cultivo deve ser usado como inóculo para o meio de fermentação, preferencialmente, quando as células já estão ambientadas e possui a maior taxa de crescimento celular [16].

A fermentação que foi realizada é a alcoólica, ela acontece no interior de microrganismos capazes de converter açúcares assimiláveis (substrato oxidado) em etanol (substrato reduzido), através de algumas reações bioquímicas, reguladas por enzimas. A oxidação parcial do substrato, gerando um composto orgânico reduzido, garante um mínimo de produção de energia para manter a célula celular e o seu equilíbrio oxidativo.

Os microrganismos mais usados nesse tipo de fermentação têm sido as leveduras do gênero *Saccharomyces* e, dentre essas, as *Saccharomyces cerevisiae* a principal espécie utilizada.

Entre os açúcares que são fermentados pelas leveduras estão os monossacarídeos como: glicose, frutose, manose e galactose, os dissacarídeos maltose e sacarose e os trissacarídeos rafinose e maltotriose, para certos tipos de cepa. As leveduras não conseguem metabolizar polissacarídeos como amido e celulose. Porém, utilizando a biologia molecular, foi possível construir linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* capazes de se desenvolver tendo como principal fonte de carbono o amido, através da introdução de genes de amilases [16].

As enzimas amilolíticas atuam sinergicamente sobre o amido, degradando este polissacarídeo em oligossacarídeos e glicose. Podem ser classificadas em [16]:

- **Endoamilases:** catalisam a hidrólise de ligações α -1,4 no interior do polímero, gerando oligossacarídeos lineares e ramificados, com pelo menos três unidades de glicose;
- **Exoamilases:** agem nas extremidades das cadeias de amilose e amilopectina catalisando a hidrólise tanto exclusivamente sobre ligações α -1,4 e α -1,6;
- **Enzimas desramificadoras:** catalisam a hidrólise exclusivamente de ligações α -1,6 presentes nos pontos de ramificação da amilopectina.

A mais importante via metabólica envolvida na produção do etanol em leveduras é a via glicolítica (*Embden-Meyerhof*): uma sequência de reações catalisadas por enzimas, em que para cada molécula de glicose metabolizada, duas moléculas de piruvato são produzidas no citoplasma da célula (Figura 5) [18]:

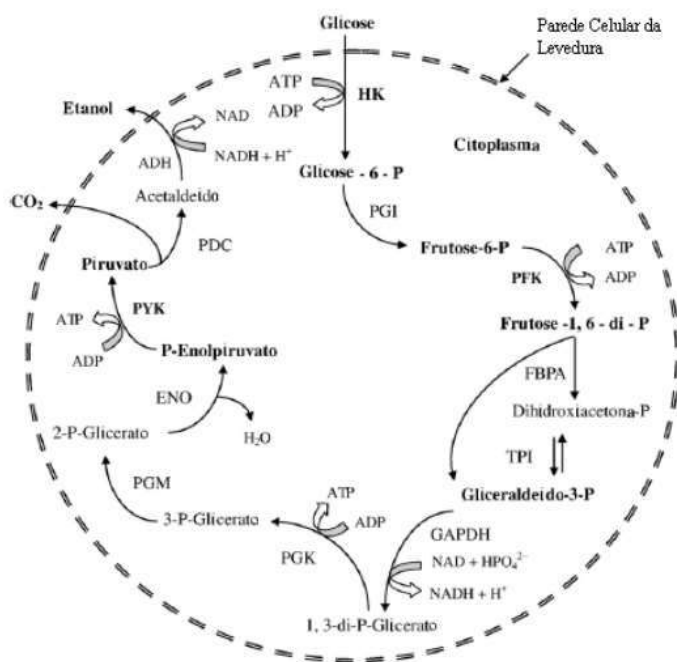


Figura 5 - Via metabólica da fermentação de etanol em *S. cerevisiae*. Abreviações: HK: enzima hexoquinase, PGI: fosfoglucoisomerase, PFK: fosfofrutoquinase, FBPA: frutose bifosfato aldolase, TPI: triose fosfato isomerase, GAPDH: gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, PGK: fosfoglicerato quinase, PGM: fosfoglicomutase, ENO: enolase, Pyk: piruvato quinase, PDC: piruvato descarboxilase, e ADH: álcool desidrogenase [18].

No experimento foi utilizado o ácido fosfórico para auxiliar a degradação do amido e como fonte de fosfato (PO_4^-) para as leveduras, auxiliando na formação de moléculas de ácidos nucleicos e desoxirribonucleicos. A reação que ocorre no processo de hidrólise ácida do amido pode ser visualizada na Figura 6:

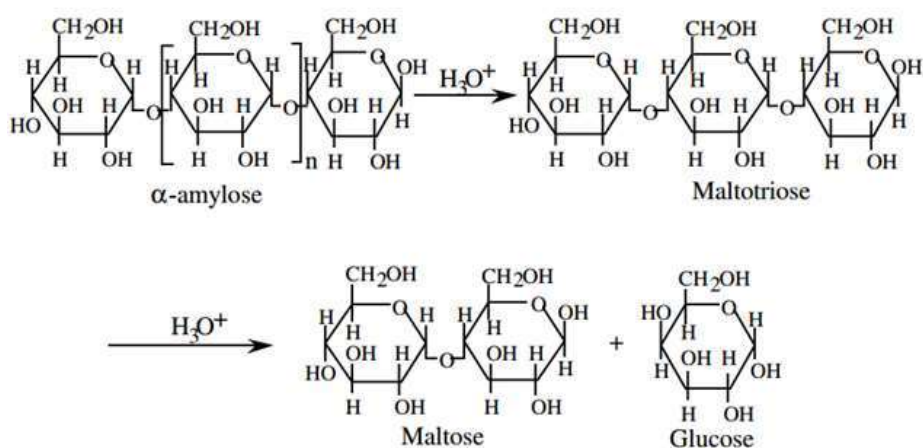


Figura 6 – Reação da hidrólise ácida do amido [19].

A escolha de um ácido fraco foi para evitar que o mesmo interagisse de maneira negativa no ambiente celular e inibisse ou interrompesse o crescimento da levedura.

Para concluir a metodologia proposta foi realizada uma destilação diferencial, operação descontínua, do extrato de mandioca fermentado. Nesse tipo de operação a carga líquida é colocada no fervedor e aquecida até atingir sua temperatura de ebulição. Imediatamente após de ser produzido, o vapor formado é removido através de um condensador. Tanto o vapor, que se encontra enriquecido no componente mais volátil, como o líquido residual do fervedor podem ser o produto da operação. Nesse projeto foi utilizado o líquido residual para avaliação de um potencial fertilizante orgânico composto [20].

2. OBJETIVOS

Produzir um fertilizante orgânico composto obtido a partir da fermentação e destilação do extrato de mandioca e avaliar sua viabilidade de produção comparada aos produtos que são comercializados atualmente no mercado.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar o Teste de germinação nas sementes para verificar a porcentagem de sementes germinadas em relação às não germinadas, submetidas a diferentes amostras;
- Avaliar o crescimento radicular e aéreo das plântulas submetidas a diferentes amostras;

- Comparar a amostra que mais se destacou no experimento com produtos já comercializados no mercado, com o intuito de verificar se o produto em questão é eficiente.

3. METODOLOGIA

Nas dependências do LADEF - Laboratório de Tecnologia em Destilação da UFSJ - Universidade Federal de São João Del Rei – Campos Alto Paraopeba foi produzido um fertilizante orgânico composto tendo como matéria prima a mandioca, que inicialmente foi descascada e processada em uma moenda elétrica juntamente com água para formação de um extrato que foi acondicionado em duas dornas, onde se acrescentou leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. Em umas das dornas foi adicionado ácido fosfórico com o intuito de realizar a hidrólise do amido e servir como fonte energética para as leveduras. As dornas foram submetidas a um processo de fermentação alcoólica durante um determinado período sendo, posteriormente, executada a destilação com o objetivo de separar o etanol do mosto. O mosto obtido de cada dorna foi o potencial fertilizante orgânico composto que foi comparado com fertilizantes disponíveis no mercado na aplicação em sementes de milho.

3.1. PREPARAÇÃO DO EXTRATO

Processaram-se 23 Kg de mandioca (descascada) numa moenda elétrica, adicionando 23L de água para auxiliar na etapa de processamento, como pode ser observado na Figura 7:



Figura 7 - a) Mandioca previamente descascada e **b)** durante etapa do processamento

Distribuiu-se o extrato obtido em duas dornas e foi adicionado 500g de açúcar cristal em cada uma delas com o objetivo de estimular as leveduras. Logo após, adicionou-se 200 mL de ácido fosfórico 85% (8mL/L) diluído em 25 mL de água na Dorna 02. Aguardou-se um período de 03 horas e mediu-se o grau Brix das duas dornas. Na dorna 01 o valor obtido foi 3,5° Brix, já na dorna 02 o valor foi de 5° Brix. Adicionou-se 100g de levedura *Saccharomyces cerevisiae* UFLA CA-11, disponível no laboratório, em ambas as dornas e as submeteram ao processo de fermentação alcoólica, à temperatura ambiente. Nas Figuras 8 e 9 pode se observar os aspectos dos extratos após 24 horas do processo de fermentação.



Figura 8 - Dorna 01, após 24 horas de fermentação.



Figura 9 - Dorna 02, após 24 horas de fermentação.

Retirou-se 500 ml de amostra em cada dorna ao final da fermentação para posterior análise. A dorna 1 foi submetida a um período de 70 horas de fermentação e a dorna 2 à 90 horas de fermentação. O mosto fermentado foi filtrado e a fração líquida obtida, de cada

dorna, foi destilada a uma temperatura de 60°C. Após a destilação retirou-se 500 ml de amostra em cada dorna para avaliação.

3.2. APLICAÇÃO NAS SEMENTES

A aplicação do potencial fertilizante orgânico composto foi feita em sementes de Milho Híbrido Duplo DSS1001 - AGROCERES. As características dessa espécie podem ser vistas na Figura 10:



Figura 10 - Características da espécie de Milho Híbrido Duplo DSS1001[9].

Para o teste de germinação foram utilizadas 50 sementes em cada triplicata, onde foram aplicadas as amostras retiradas de cada etapa:

- Testemunha Negativa: Água;
- **Amostra 1:** Extrato sem Destilar com Hidrólise Ácida;
- **Amostra 2:** Extrato sem Destilar sem Hidrólise Ácida;
- **Amostra 3:** Extrato Destilado sem Hidrólise Ácida;
- **Amostra 4:** Extrato Destilado com Hidrólise Ácida.

As triplicatas contendo as 50 sementes foram separadas em embalagens plásticas fechadas que continham o potencial fertilizante orgânico composto na proporção de 3,5 ml/kg, conforme a massa obtida em cada triplicata. As embalagens podem ser vistas na Figura 11:



Figura 11 - Triplicatas das sementes nas embalagens preparadas para o teste de germinação.

As sementes foram acondicionadas em local fechado, à temperatura ambiente e sem presença de luz, durante o período de 24 horas iniciando o teste de germinação na presença das amostras. Após este período a semeadura foi feita em folha de papel toalha e embebidas em 10ml de água. O papel toalha atuou como substrato para as sementes, e assegurou o teor de umidade necessário para o desenvolvimento das mesmas [10]. A utilização desse substrato foi feita com base nas Regras para Análise de Sementes – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

Com o auxílio de régua milimetrada foram obtidas as medidas do comprimento da parte aérea (cm) e do comprimento da raiz primária (cm) das plântulas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise dos resultados aguardou-se o período de 5 dias após a instalação do teste de germinação, seguindo os critérios estabelecidos para análise de sementes - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária [10].

Após o término do teste de germinação foi realizada a contagem do número de sementes germinadas em relação as que não germinaram com o intuito de verificar se o teste apresentou um resultado satisfatório. O gráfico obtido pode ser visualizado na Figura 12:

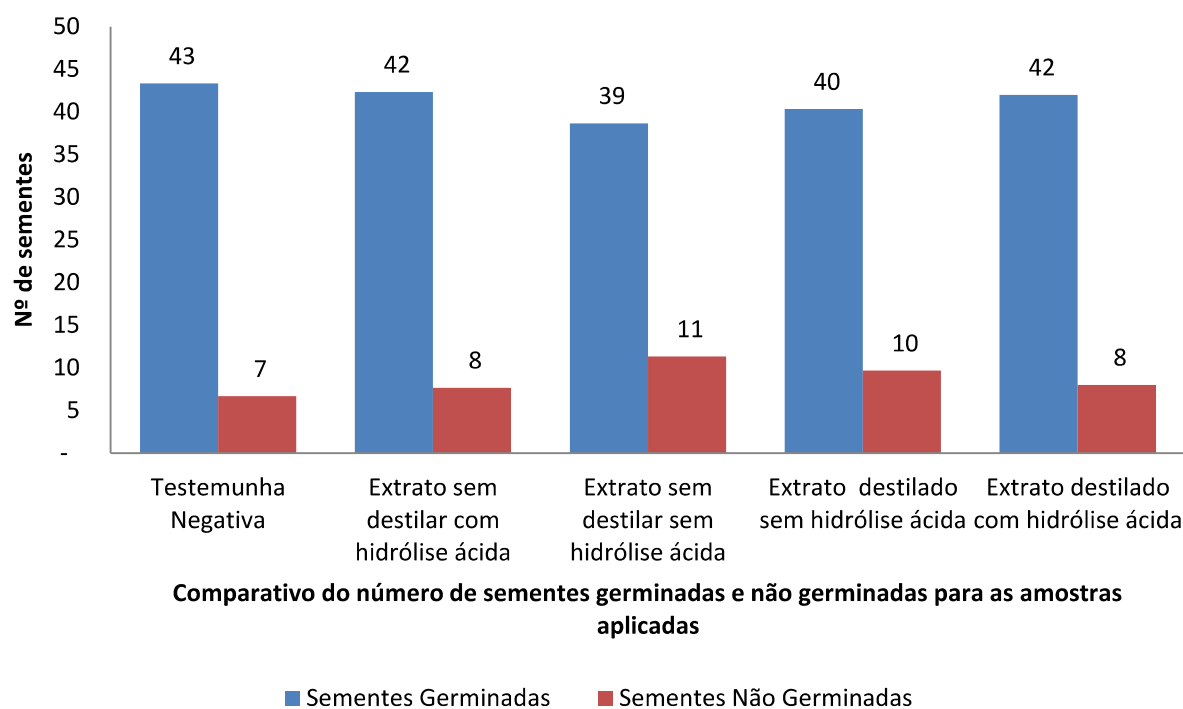


Figura 12 - Número de sementes germinadas e não germinadas.

Como pode se verificar, o número de sementes germinadas foi significativo em comparação às sementes não germinadas, porém não houve uma diferença considerável entre os tratamentos realizados com as amostras. Os resultados foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Porcentagem de germinação das sementes de milho.

Amostras	Porcentagem de Germinação
Testemunha Negativa	86%
Extrato sem destilar com hidrólise ácida	84%
Extrato sem destilar sem hidrólise ácida	78%
Extrato destilado sem hidrólise ácida	80%
Extrato destilado com hidrólise ácida	84%

COSTA (2015) avaliando o potencial do extrato da macroalga marinha *Kappaphycus alvareli* como fertilizante orgânico utilizou a mesma metodologia de teste de germinação e encontrou resultados semelhantes ao desse experimento. De acordo com os resultados descritos por ele, os tratamentos realizados não influenciaram, de maneira significativa, na porcentagem de germinação e ressaltou que alguns fatores podem ter afetado a absorção de

bioativos pelas sementes como: concentração de fitorhormônios presentes e a relação entre esses compostos, a superfície de contato da semente, a quantidade de água e concentração de solução presente no meio, além de fatores abióticos que influenciam nos processos fisiológicos das sementes.

CASTRO; VIEIRA (2001) realizaram estudos e perceberam que o uso de bioativos, como o fertilizante orgânico composto, aplicados nas sementes é capaz de interferir em processos como germinação, enraizamento floração, frutificação e senescência.

As 10 sementes, em cada triplicata, que tiveram melhores resultados em relação à germinação foram separadas e analisadas, conforme pode ser visto nas Figuras 13, 14, 15, 16 e 17:



Figura 13 - Sementes submetidas ao contato com a amostra Testemunha Negativa.



Figura 14 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato sem Destilar com Hidrólise Ácida.



Figura 15 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato sem Destilar sem Hidrólise Ácida.



Figura 16 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato Destilado sem Hidrólise Ácida.



Figura 17 - Sementes submetidas ao contato com o Extrato Destilado com Hidrólise Ácida.

Foram feitas medições da parte radicular (raiz) e da estrutura superior da plântula (parte aérea) de cada uma das sementes apresentadas acima e calculadas as médias de crescimento em cada uma das amostras, como pode ser visto nas Figuras 18 e 19:

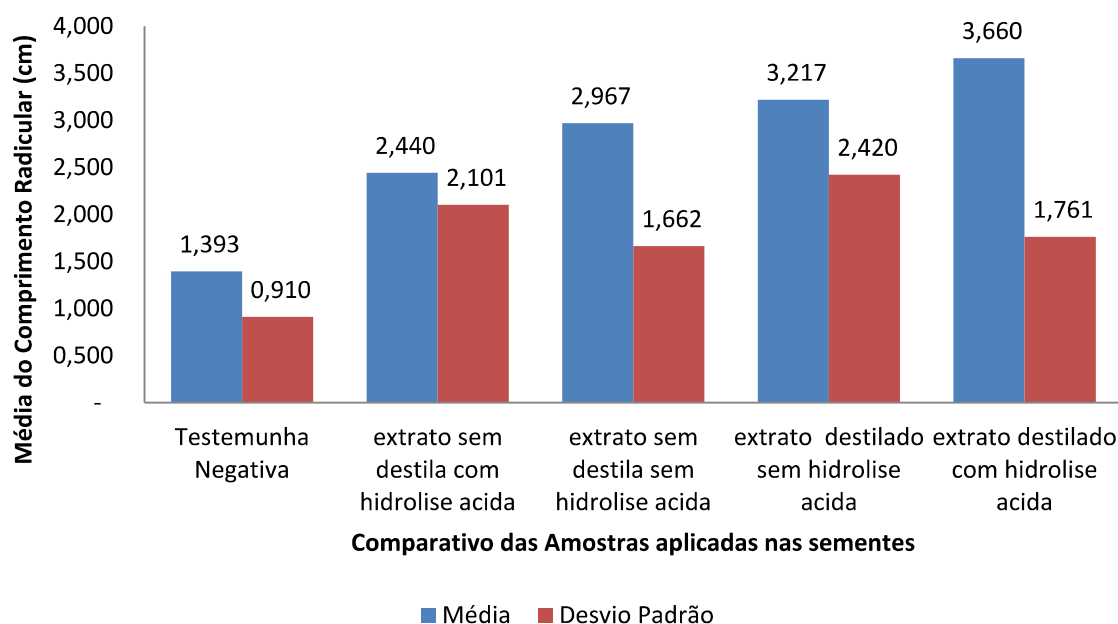


Figura 18 - Média do Comprimento Radicular das 10 melhores sementes obtidas em cada amostra.

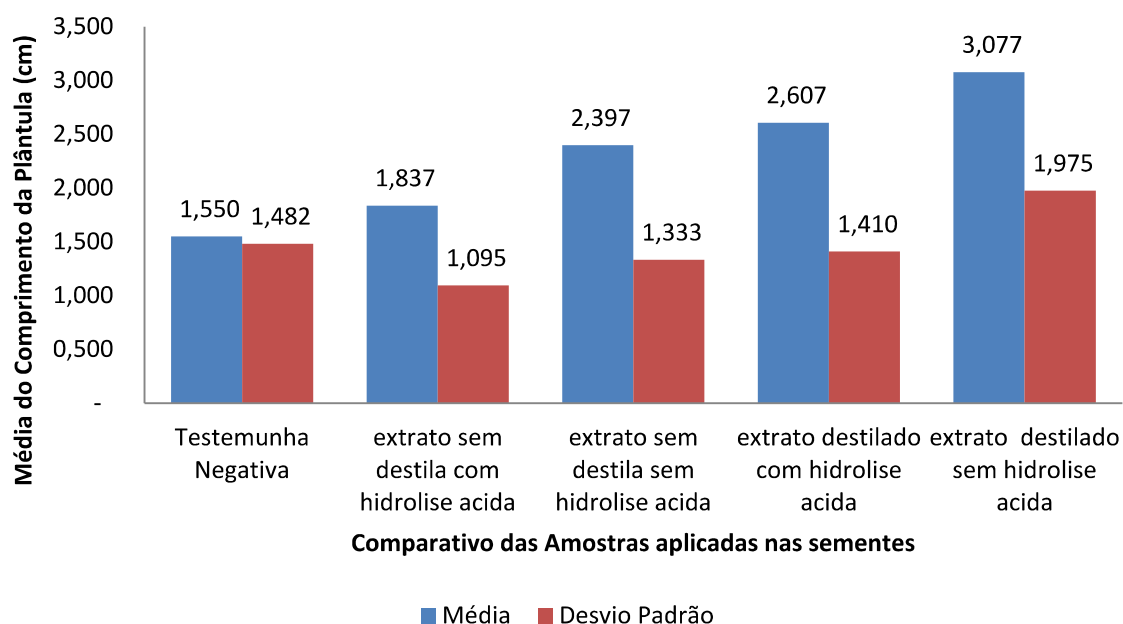


Figura 19 - Média do Comprimento da Plântula das 10 melhores sementes obtidas em cada amostra.

Ao verificar os valores das medições obtidas para o crescimento radicular observa-se que a amostra tratada com a testemunha negativa (água) apresentou menor desenvolvimento radicular, como já era esperado, pois não houve nenhuma aplicação de bioativos, já a amostra tratada com o extrato destilado com hidrólise ácida teve maior desenvolvimento radicular. Os fatores que podem ter contribuído para este resultado foram:

- O meio possuía matéria orgânica disponível e presença de sais minerais como magnésio, fosfato, essenciais para o crescimento da planta, provenientes da degradação das leveduras e na pequena fração presente na matéria prima utilizada;
- A presença de açúcares de fácil absorção, não degradados no processo de fermentação pelas leveduras, potencializou as fontes de energia para promover, principalmente, o crescimento radicular.

Ao analisar os valores das medições obtidas para o crescimento da estrutura superior da plântula pode-se afirmar que as sementes com aplicação da testemunha negativa tiveram menor desenvolvimento de sua estrutura superior e sementes que receberam tratamento do extrato destilado sem hidrólise ácida obteve o maior desenvolvimento. Os fatores que podem ter contribuído para este resultado foram:

- O meio possuía matéria orgânica disponível de fácil absorção, provenientes das leveduras;
- A presença de sais minerais como magnésio, fosfato, essenciais para o crescimento da planta, disponibilizados no meio, a partir da degradação das leveduras e na pequena fração presente na matéria prima utilizada;
- A menor disponibilidade de açúcares de fácil absorção, presentes no meio, induziu a semente a desenvolver a plântula para obter energia, através do processo de fotossíntese.

Segundo SPAEPEN et al., (2009), o balanço entre auxinas e citocininas na planta como um todo determina o maior crescimento da raiz ou parte aérea. Quando o balanço tende para uma maior concentração de auxinas há uma indução ao crescimento radicular, ao passo que, uma maior concentração de citocininas favorece o crescimento da parte aérea. Essa avaliação pode ser usada como uma hipótese para o crescimento radicular ter sido maior quando utilizado o extrato destilado com hidrólise ácida, acreditando que esse extrato tenha em sua composição substâncias precursoras de auxinas. Já no caso do crescimento aéreo da plântula ter sido mais evidente a partir do uso do extrato destilado sem hidrólise ácida, pode-se deduzir que o mesmo tenha substâncias que auxiliam na produção de citocininas. Porém só é possível verificar a legitimidade dessas hipóteses realizando estudos mais específicos que avaliam essas condições.

Comparando-se os resultados dos extratos destilados com e sem hidrólise ácida, pode-se afirmar que o potencial de germinação do fertilizante orgânico composto obtido a partir da destilação com hidrólise ácida é o produto de maior interesse, pois o mesmo favorece o desenvolvimento radicular da planta. A partir do crescimento dessa estrutura a semente poderá retirar os sais minerais e a água do solo, que necessita para se desenvolver.

Após a definição do potencial fertilizante orgânico composto, foi realizada a comparação do mesmo com outros 03 fertilizantes mais consumidos disponíveis no mercado. A comparação dos resultados pode ser vista na Figura 20:

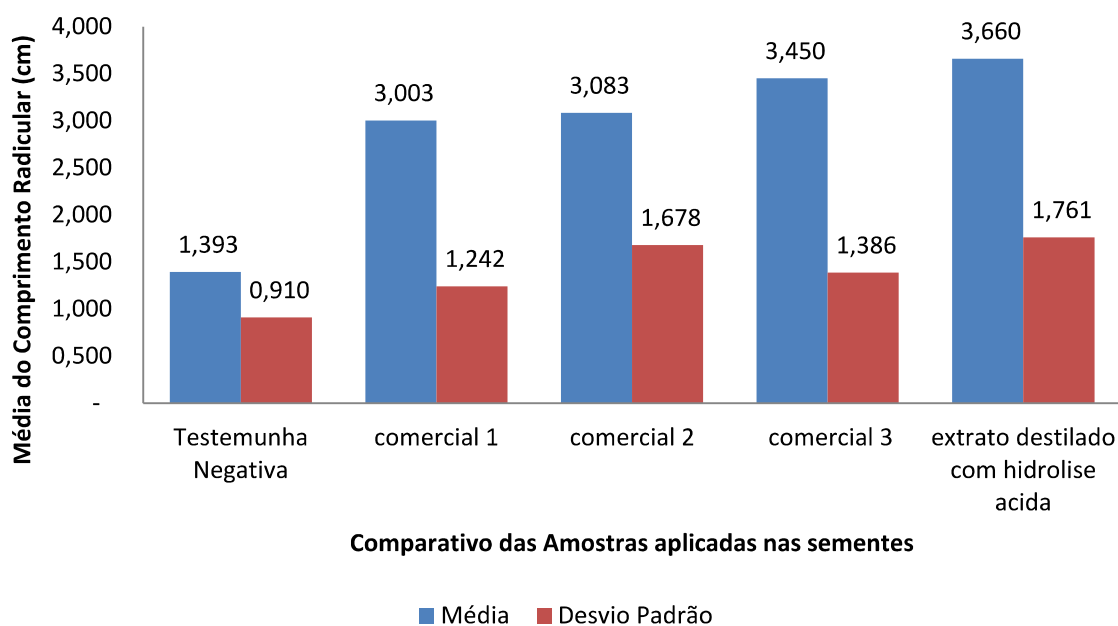


Figura 20 - Comparação da média do Comprimento Radicular com 03 fertilizantes disponíveis no mercado.

Ao se analisar o gráfico do crescimento radicular pode-se afirmar que o potencial fertilizante orgânico composto apresentou um melhor desempenho, comparando com os fertilizantes usuais nesse cultivo. Dessa maneira, torna-se viável o uso do mesmo em culturas de milho, uma vez que esse produto mostrou-se eficaz no desenvolvimento das estruturas essenciais da planta, principalmente, da parte radicular.

5. CONCLUSÃO

Foi realizada a contagem do número de sementes germinadas em relação as que não germinaram para avaliar a eficácia do teste de germinação. Em todas as amostras a porcentagem de germinação alcançou ou ultrapassou 80%, com exceção da amostra relativa ao extrato sem destilar e sem hidrólise ácida que atingiu um resultado de 78%, demonstrando que o processo germinativo ocorreu de forma satisfatória e semelhante para as amostras avaliadas.

Em relação aos valores obtidos para a média do crescimento radicular observou-se que a amostra tratada com o extrato destilado com hidrólise ácida teve maior desenvolvimento, alcançando uma média de crescimento de 3,66 cm. Já ao analisar a média de crescimento da parte aérea da plântula observou-se que a amostra tratada com o extrato destilado sem hidrólise ácida obteve o maior desenvolvimento, atingindo uma média de 3,07 cm.

A diferença apresentada em relação à média de crescimento radicular e crescimento da parte aérea, quando submetidos a diferentes extratos, pode ser explicada devido à menor ou maior disponibilidade de açúcares de fácil absorção presentes no meio ou pelo balanço entre auxinas e citocininas presentes na planta como um todo determinando o maior crescimento da raiz ou parte aérea. Porém, as explicações apresentadas são somente hipóteses, uma vez que para sua comprovação é necessário à realização de testes que comprovem os resultados.

Ao comparar a eficiência dos extratos destilados com e sem hidrólise ácida, pode-se dizer que o potencial de germinação do fertilizante orgânico composto obtido a partir da destilação com hidrólise ácida é o produto de maior interesse, pois ao favorecer o desenvolvimento radicular a semente poderá retirar os sais minerais e a água do solo que necessita para se desenvolver.

A eficiência do extrato destilado com hidrólise ácida foi comparada com outros 03 fertilizantes disponíveis no mercado e o resultado demonstrou que o extrato obtido no experimento teve o melhor desempenho, atingindo uma média de crescimento radicular de 3,66 cm, quando comparado aos outros produtos.

A partir dos resultados obtidos é possível ampliar os campos de pesquisa para estudos relacionados à aplicação do fertilizante orgânico composto, produzido no experimento, em culturas de milho de forma a garantir a sustentabilidade da cultura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Dias, Victor Pina; Fernandes, Eduardo. Fertilizantes: Uma Visão Global Sintética. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2404.pdf>. Acesso em 20 de Maio de 2017.
- [2] Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000020663902102015392812239582.pdf>. Acesso em 20 de Maio de 2016.
- [3] Evolução do consumo aparente de N, P, K e Total de NPK no Brasil. Disponível em: <<http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132#aumentorelativo>>. Acesso em 20 de Maio de 2017.
- [4] Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica, Insumos e Equipamentos Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_25_168200511158.html>. Acesso em 20 de Maio de 2017.
- [5] ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos. O uso de fertilizantes minerais e o meio ambiente. Fevereiro, 2000. Disponível em: < http://www.anda.org.br/multimedia/fertilizantes_meio_ambiente.pdf >. Acesso em 20 de Maio de 2017.
- [6] Mercado Brasileiro de Fertilizantes. Disponível em: <http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=29504&img=2306&conta=45>. Acesso em 20 de Maio de 2017.
- [7] A construção da fertilidade do solo. Disponível em: < <http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=4637>>. Acesso em 20 de Maio de 2017.
- [8] Fancelli; Antônio, Luiz. Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes na Cultura de Milho. Setembro, 2010. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3F77E1CD143BB9F283257A8F0060D281/\\$FILE/Page1-16-131.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3F77E1CD143BB9F283257A8F0060D281/$FILE/Page1-16-131.pdf)>. Acesso em 20 de Maio de 2017.
- [9] Di Solo Sementes. Características do Milho DSS 1001. Disponível em: < <http://www.disolo.com.br/dss1001.htm>>. Acesso em 01 de Junho de 2017.
- [10] BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de Sementes. Brasília: SNAD/CLAV, 1992. 365p.

[11] Acompanhamento da safra brasileira e grãos – 9º Levantamento/Junho17

Disponível

em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf>. Acesso em 25 de Junho de 2017.

[12] CORRADINI, E., LOTTI, C., MEDEIROS, E. S. D., CARVALHO, A. J. F., CURVELO, A. A. S. e MATTOSO, L. H. C. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v.15, p.268-273. 2005.

[13] Disponível em: < <https://image.slidesharecdn.com/carboidratosaula2-130216155345-phpapp02/95/carboidratos-aula-2-21-638.jpg?cb=1361030221>>. Acesso em 25 de Junho de 2017.

[14] POWER, R. F. Enzymatic conversion of starch to fermentable sugars. In: (Ed.). THE ALCOHOL TEXTBOOK. A reference for the beverage, fuel and industrial alcohol industries: UK: Nottingham University Press, 2003. Enzymatic conversion of starch to fermentable sugars.

[15] COPELAND, L., BLAZEK, J., SALMAN, H. e TANG, M. C. Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids*, v.23, n.6, p.1527-1534. 2009.

[16] RUSSELL, I. Understanding yeast fundamentals. In: (Ed.). THE ALCOHOL TEXTBOOK. A reference for the beverage, fuel and industrial alcohol industries: UK: Nottingham University Press, 2003. Understanding yeast fundamentals.

[17] INGLEDEW, W. M. Alcohol production by *Saccharomyces cerevisiae*: a yeast primer. In: (Ed.). The alcohol textbook. 3rd. ed: UK: Nottingham University Press, 1999. Alcohol production by *Saccharomyces cerevisiae*: a yeast primer.

[18] BAI, F. W., ANDERSON, W. A. e MOO-YOUNG, M. Ethanol fermentation technologies from sugar and starch feedstocks. *Biotechnology Advances*, v.26, n.1, p.89-105. 2008.

[19] MORAES, L. M. P., ASTOLFI-FILHO, S. e OLIVER, S. G. Development of yeast strains for the efficient utilisation of starch: evaluation of constructs that express α -amylase and glucoamylase separately or as bifunctional fusion proteins. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.43, n.6, p.1067-1076. 1995

[20] Disponível em: < <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/destilacao.htm>>. Acesso em 25 de Junho de 2017.

[21] Disponível em:

<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1265013>. Acesso em 25 de Junho de 2017.

[22] Principais indicadores do setor de fertilizantes. Disponível em: <http://www.anda.org.br>. Acesso em 29 de Junho de 2017.

[23] COSTA, M. A. (2015) – Avaliação do potencial do extrato de macroalga marinha *Kappaphycus Alvarezii* como fertilizante orgânico para uso via tratamento de sementes e pulverização foliar na cultura de soja. Disponível em:

<http://portalpos.unioeste.br/media/File/energia_agricultura/Dissertacao_Matheus_A_Costa.pdf>. Acesso em 29 de Junho de 2017.

[24] SPAEPEN et. al., (2009)

Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3062209/>>. Acesso em 29 de Junho de 2017.

[25] Castro PRC & Vieira EL (2001) Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba, Agropecuária. 132p.

[26] Mandioca, Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/mandioca>> Acesso em 29 de Junho de 2017.