

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PROCESSOS**

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO DA  
PRODUÇÃO DE ETANOL DE BATATA SOBRE  
DIFERENTES CULTURAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Jorge Luiz Silveira Sonogo**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2012**

# **EFEITOS DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ETANOL DE BATATA SOBRE DIFERENTES CULTURAS**

**Jorge Luiz Silveira Sonogo**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Processos.**

**Orientador: Prof. Dr. Sérgio Luiz Jahn**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

Sonego, Jorge Luiz Silveira  
Efeitos da Aplicação do Resíduo da Produção de Etanol de  
Batata Sobre Diferentes Culturas / Jorge Luiz Silveira  
Sonego. -2012.  
69 f.; 30 cm

Orientador: Sérgio Luiz Jahn  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Processos, RS, 2012

1. Etanol de *Solanum tuberosum* 2. Resíduo da produção  
de etanol de batata 3. Aplicação de resíduos I. Jahn, Sérgio Luiz II.  
Título.

---

© 2012

Todos os direitos autorais reservados a Jorge Luiz Silveira Sonego. A reprodução de partes ou do  
todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Genesio Costa, 304, Sant'Ana do Livramento, RS, 97573-120

Fone (055) 3242 5158. End. Eletr: Jorge\_sonego84@hotmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação Engenharia de Processos**

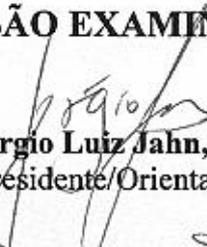
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO DA  
PRODUÇÃO DE ETANOL DE BATATA SOBRE  
DIFERENTES CULTURAS**

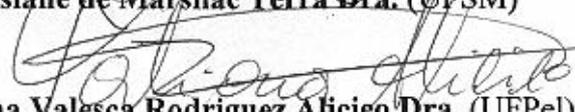
elaborada por  
**Jorge Luiz Silveira Sonogo**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia de Processos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
**Sergio Luiz Jahn, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

  
**Lisiane de Marsillac Terra Dra. (UFESM)**

  
**Tatiana Valesca Rodriguez Alicio Dra. (UFPel)**

Santa Maria, 19 de março de 2012.

Aos meus pais, Mauro Roberto Sonogo e Esclarena Silveira Sonogo,

Aos meus irmãos Anna e Mauro,

**Dedico.**

À minha namorada, Rosana,

**Ofereço.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, pela oportunidade e estrutura para realização deste trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Sergio Luiz Jahn, pela orientação, incentivo, auxílio e amizade.

A todos os professores de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico.

A todos os colegas e amigos que fiz na pós-graduação ao longo desses dois anos.

“A ciência ensina ao homem o amor e o respeito pela verdade, a idéia do dever e a necessidade do trabalho, não como um castigo mas como o mais elevado meio de empregar sua atividade”.

(Marcelin Berthelot)

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos  
Universidade Federal de Santa Maria

### **EFEITOS DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ETANOL DE BATATA SOBRE DIFERENTES CULTURAS**

AUTOR: JORGE LUIZ SILVEIRA SONEGO

ORIENTADOR: SÉRGIO LUIZ JAHN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 19 de março de 2012.

O Brasil é um dos países que mais produzem resíduos, devido a sua grande atividade agroindustrial. A produção de etanol destaca-se como uma das atividades que mais geram resíduos, devido ao grande volume de vinhaça gerada, a qual apresenta uma elevada carga poluidora, tornando-se um problema ambiental caso não sejam adotadas medidas para o seu aproveitamento ou tratamento. O principal objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação do resíduo líquido da produção de etanol a partir de *Solanum tuberosum* sobre a cultura do tomate e sobre sementes de soja. Nos bioensaios foram testados os resíduos do processamento da batata da variedade Asterix (resíduo A) e da variedade Baronesa (resíduo B) obtidos junto a Usina Piloto do Departamento de Engenharia Química. Os resíduos foram aplicados via foliar na cultura de tomate na dose de 5 L ha<sup>-1</sup>, variando o estágio de aplicação. Os tratamentos com aplicações durante todo o ciclo da cultura (T2 e T5) apresentaram incrementos no número de frutos de 19,56% e 17,39% e no número de flores que se transformaram em frutos viáveis de 30,31 e 10,55% respectivamente, com relação a testemunha. Na cultura de soja foram avaliadas diferentes concentrações dos resíduos A e B sobre as sementes, obtendo-se um incremento no enraizamento de 25,94% para as doses de 4 e 6 mL do resíduo por Kg de semente para o resíduo A e um aumento no comprimento da parte aérea de 18,64% para a concentração de 2 ml por kg de semente. Nos biotestes com o resíduo B a concentração de 8 mL por kg de semente apresentou um aumento de 20,81% para o comprimento da radícula e para o comprimento da parte aérea a concentração de 2 mL por kg de semente mostrou um incremento de 7,04%. Os resultados obtidos nos levam a concluir que os resíduos avaliados apresentam potencial bioestimulante sobre as culturas avaliadas.

**Palavras-chave:** Resíduo. Batata. Etanol. Bioestimulante.

## ABSTRACT

Master Course Dissertation  
Post-Graduation Program in Process Engineering  
Universidade Federal de Santa Maria

### **PURPOSES OF DEBRIS FROM POTATO ETHANOL PRODUCTION ABOUT DIFFERENT CULTURES**

**AUTHOR: JORGE LUIZ SILVEIRA SONEGO**

**ADVISER: SÉRGIO LUIZ JAHN**

**Defense Place and Date: Santa Maria, March 19, 2012.**

The Brazil is one of the countries that produce waste, due to its large agroindustrial activity. Ethanol production stands out as one of the activities that generate more waste, due to the large volume of stillage generated, which presents a high polluting load, becoming an environmental problem if they are not adopted measures for their use or treatment. The main objective of this work was to evaluate the effects of the application of the waste liquid from the production of ethanol from *Solanum tuberosum* about the culture of tomato and soya. In the bioassays were tested potato processing waste of variety Asterix (the residue) and Baroness variety (B residue) obtained from the Pilot Plant of the Chemical Engineering Department. The waste was implemented via tomato culture leaf in the dose of 5 L ha<sup>-1</sup>, ranging from the application stage. Treatments with applications throughout the cycle of culture (T2 and T5) showed increases in number of fruits of 19.56% and 17.39% and the number of flowers that have turned into viable fruit and 10.55% respectively, 30.31 with relation to the witness. On the cultivation of soybeans were evaluated different concentrations of residues and (B) the seed thus obtaining an increment in the rooting of 25.94% for doses of 4 and 6 mL of the residue per kilogram of seed for the residue and an increase in the length of the shoot of 18.64% for the concentration of 2 ml per kg of seed. In biotestes with the residue (B) the concentration of 8 mL per kg of seed produced an increase of 20.81% for the length of the radicle and the length of the shoot the concentration of 2 mL per kg of seed showed an increase of 7.04%. The results lead us to conclude that the residues evaluated potential feature on crops evaluated biostimulant.

**Key words:** Residue. Potato. Ethanol. Biostimulant.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1- Estrutura molecular da Solanidina.....	22
Figura 3.2 - Estrutura química da $\alpha$ -Solanina.....	23
Figura 3.3 -Estrutura química da $\alpha$ -Chaconina.....	24
Figura 3.4 - Fluxograma do processamento de amiláceas para a produção de álcool.....	25
Figura 4.1 -Vista superior das mudas dispostas em bandejas. ....	35
Figura 5.1 - Mudas de tomateiro mostrando a diferença no comprimento da raiz.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Composição química da batata in natura.....	19
Tabela 3.2 - Composição das formas $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$ das solaninas e chaconinas. ....	23
Tabela 4.1 - Doses dos resíduos aplicados e o estágio de aplicação. ....	37
Tabela 5.1 - Resultado da massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA) de 12 mudas de tomate. ....	40
Tabela 5.2 - Média do número total de frutos (NF) de tomate.....	43
Tabela 5.3 - Número de flores (NFI) e percentagem de flores frutificadas (FF) nos tomateiros. ....	44
Tabela 5.4 - Valores da massa total (MF) dos frutos do tomateiro. ....	46
Tabela 5.5 - Valores médios e percentuais de altura (AF) e diâmetro (DF) dos frutos de tomate. ....	47
Tabela 5.6 - Resultados para as avaliações altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e massa seca de raiz (MSR) das plantas de tomate. ....	48
Tabela 5.7 - Resumo das análises de percentagem de germinação (G), comprimento da radícula (CR), comprimento da parte aérea (CPA) de sementes de soja tratadas com diferentes concentrações do resíduo A.....	50
Tabela 5.8 - Resumo das análises de porcentagem de germinação (G), comprimento da radícula (CR), comprimento da parte aérea (CPA) de sementes de soja tratadas com diferentes concentrações do resíduo B. ....	52

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
2.1	Objetivo Geral .....	15
2.2	Objetivos específicos .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
3.1	O etanol .....	16
3.2	A batata como fonte de matéria-prima para fabricação de etanol .....	17
3.3	Componentes químicos presentes na batata .....	19
3.4	Glicoalcalóides da batata .....	20
3.5	Estrutura dos principais glicoalcalóides da batata .....	22
3.6	Produção de etanol de batata .....	24
3.7	Resíduos da produção de etanol .....	27
3.7.1	A vinhaça .....	27
3.7.2	Vinhaça como resíduo .....	28
3.7.3	Uso da vinhaça como fertilizante agrícola .....	28
3.8	Hormônios e reguladores vegetais .....	29
3.9	Uso de Bioestimulantes e Biorreguladores na agricultura .....	31
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	34
4.1	Obtenção do resíduo de etanol de batata .....	34
4.2	Biotestes na cultura de tomate .....	34
4.3	Local de realização dos biotestes em tomateiro .....	35
4.4	Bioteste em bandeja plástica .....	35
4.5	Bioteste em ciclo completo .....	36
4.5.1	Obtenção das mudas .....	36
4.6	Delineamento experimental .....	36
4.7	Avaliações .....	37
4.8	Bioteste com semente de soja .....	38
4.8.1	Bioteste de Germinação .....	39
4.8.2	Avaliação do comprimento das plântulas e radículas de soja .....	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>5.1</b>	<b>Biotestes com tomateiro</b> .....	40
5.1.1	Biotestes em bandeja .....	40
5.1.2	Biotestes com ciclo completo em tomateiros .....	42
5.1.2.1	Número total de frutos .....	42

5.1.2.2	Número total de flores.....	44
5.1.2.3	Massa e dimensões dos frutos de tomateiro .....	46
5.1.2.4	Efeito sobre a fisiologia das plantas .....	48
<b>5.2</b>	<b>Bioteste em sementes de soja.....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que mais produzem resíduos agroindustriais, devido a sua grande atividade agrícola. Produtores e indústrias da área enfrentam o problema de descarte dos resíduos gerados, que embora sejam biodegradáveis, necessitam de um tempo mínimo para serem mineralizados constituindo-se numa fonte de poluentes ambientais (CAMPOS, 2005).

Entretanto vem crescendo entre os vários centros de pesquisa a busca por alternativas de utilização da matéria orgânica gerada, uma vez que podem conter uma variedade de moléculas biologicamente ativas, ricas em compostos do metabolismo secundário vegetal (CAMPOS, 2005).

A valorização dos resíduos por meio do seu aproveitamento tem sido muito incentivada, já que podem contribuir para a redução da poluição ambiental bem como permitir a valorização econômica, desses resíduos tornando-o um subproduto e deste modo agregando valor ao processo agroindustrial que o gerou (CEREDA, 2000; CAMILI, 2007).

Entre os processos agroindústrias que mais geram resíduos destaca-se a produção de etanol, devido ao grande volume de vinhaça gerado com alta carga poluidora, causando sérios problemas ambientais caso não forem adotadas medidas adequadas para seu aproveitamento, tratamento ou destino final (MENEZES, 1980).

Entre as medidas propostas para evitar danos ao ambiente, estão o uso do material residual como fertilizante agrícola (VIEITES, 1998), herbicida (FIORETTO, 1985), inseticida (PONTE et al., 1992), nematicida (PONTE; FRANCO, 1981) e substrato para o crescimento de micro-organismos (WOSIACKI, 1994).

Na busca por alternativas para minimizar os efeitos ambientais, varias medidas estão sendo utilizadas para dar um destino ao resíduo da produção de etanol.

O uso de substâncias estimulantes, a partir de resíduos, tem mostrado um grande potencial para aumentar a produtividade agrícola, no entanto sua utilização ainda não é uma prática rotineira em culturas que não atingiram um alto nível tecnológico (CASTRO, 2008).

Porém entre os avanços científicos adotados para aumentar a capacidade produtiva está o uso de reguladores vegetais e mais recentemente o uso de bioestimulantes.

Diante do exposto vislumbra-se uma série de oportunidades para o aproveitamento do grande volume de resíduos gerados pelo setor agroindustrial por meio de utilizações viáveis e econômicas desses materiais evitando os problemas ambientais decorrentes do descarte dos resíduos. Em função da rica composição da vinhaça, originada a partir da produção de etanol de batata, a sua utilização como estimulante agrícola pode ser uma alternativa interessante para o aproveitamento e valorização desse resíduo.

Optou-se pelas culturas de soja e tomate por serem culturas que já estabeleceram um alto nível tecnológico facilitando a obtenção de sementes com boa qualidade fisiológica e também por estas culturas serem consideradas um bom material genético para avaliação de testes biológicos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar os efeitos da aplicação do resíduo líquido da produção de etanol a partir de *Solanum tuberosum* sobre a cultura do tomate e sobre sementes na cultura de soja.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar os efeitos do resíduo da produção de etanol de batata na cultura de tomate;
- Analisar a melhor técnica de aplicação para essa cultura;
- Avaliar os efeitos do resíduo da produção de etanol de batata na germinação de sementes e vigor de plântulas de soja;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O etanol

Visando reduzir os efeitos negativos causados pela utilização de combustíveis fósseis, tem sido crescente a busca por combustíveis não poluentes como os biocombustíveis, que são fontes de energia renováveis, derivados de matérias agrícolas como plantas oleaginosas, biomassa florestal, cana-de-açúcar e outras matérias orgânicas (CAMACHO, 2009).

A produção de biocombustíveis a partir da fermentação da cana-de-açúcar vem sendo cogitada também como parte de uma solução duradoura para o problema energético mundial desde a primeira crise do petróleo, em 1970 (SOUZA, V.; CUNHA, V. S.; RODRIGUES, J. M., 2008).

Do ponto de vista de fermentação as matérias primas podem ser agrupadas em diretamente fermentescíveis, que não necessitam de conversão prévia do carboidrato e as indiretamente fermentescíveis, que precisam sofrer essa conversão prévia do carboidrato antes da fermentação de modo a torná-lo assimilável pela levedura (MENEZES, 1980).

Um dos fatores que torna a produção de etanol por fermentação mais econômica é o grande número de matérias-primas naturais existentes em todo o país. Qualquer matéria que contenha açúcar ou outro carboidrato constitui-se em matéria-prima para obtenção de etanol, o qual é produzido principalmente por meio da conversão de açúcares, de amido ou celulose (AQUARONE et al, 2001; SZWARC, 2008).

As matérias-primas para produção de etanol podem ser classificadas em: a) matérias açucaradas: cana, beterraba açucareira, sorgo sacarino, melaços, mel de abelhas e frutas; b) matérias amiláceas e feculentas: grãos amiláceos, raízes e tubérculos feculentos, como por exemplo, mandioca, batata doce, batata; c) matérias celulósicas: palhas, madeiras, resíduos agrícolas e resíduos sulfíticos de fabricas de papel (STUPIELLO, 1980). Entre elas, a batata-doce, a batata inglesa e a mandioca são as matérias-primas que têm-se apresentado como alternativas mais viáveis para a produção de etanol no Brasil (BALSALOBRE,1995; MARCOCCIA, 2008; SILVEIRA, 2008).

### 3.2 A batata como fonte de matéria-prima para fabricação de etanol

A família *Solanaceae*, a qual o gênero *Solanum* pertence, é uma família cosmopolita que inclui muitas plantas usadas na alimentação, sendo composta por aproximadamente 96 gêneros contendo mais de 2000 espécies. É amplamente distribuída por regiões tropicais e de clima temperado, com centros de diversidade concentrados nas Américas Central e do Sul (EDMONDS et al., 1997; WINK, 2003). Esta família é representada predominantemente por arbustos e em sua maioria do gênero *Solanum* (GILBERT, 1980). O nome genérico *Solanum* é geralmente considerado ser derivado do latim *solari* – consolar ou aliviar – que se refere aos efeitos calmantes ou sedativos associados a muitas de suas espécies (EDMONDS et al., 1997).

Juntamente com a família *Solanaceae*, o gênero *Solanum* é o mais amplo e o mais complexo entre as Angiospermas, sendo composto por mais de 1500 espécies. Muitas dessas espécies de *Solanum* são também economicamente importantes devido a sua distribuição cosmopolitana. Este gênero é bem representado no Brasil, sendo amplamente distribuído (SILVA et al., 2006).

Entre as solanáceas encontradas no Brasil, algumas apresentam grande importância econômica, entre elas a batata (*S. tuberosum*) (KODAMATANI, et al., 2005, FRIEDMAN, 2004); a berinjela (*S. melongena* L.) (GONÇALVES et al., 2006); o tomate (*Lycopersicon esculentum*) (FRIEDMAN, 2004); pimentas verdes e vermelhas (*Capsicum* spp.) (EDMONDS et al., 1997).

A batata é uma dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae* do gênero *Solanum* e da espécie *Solanum tuberosum*. É uma planta herbácea, apresenta caule dividido em duas partes, tendo a parte aérea altura de 50 – 70 cm com uma haste principal que se desenvolve diretamente do tubérculo e outras secundárias originadas da principal. Na parte subterrânea do caule encontram-se as reservas de amido, representada pelos tubérculos, os quais constituem os principais órgãos de armazenamento e reprodução vegetativa da planta (FORTES E PEREIRA, 2003).

Os tubérculos são caules modificados que pertencem ao sistema radicular e contém todas as características morfológicas próprias do caule e armazenam reservas, necessárias para enfrentar o inverno em sua região de origem (BISOGNIM, 1996).

A produção mundial de batatas em 2006 foi de 314 milhões de toneladas, com mais de 19,6 milhões de hectares cultivados, mais da metade dessa produção, cerca de 159 milhões de toneladas, produzida na Ásia, África e América latina. Sendo os países do hemisfério norte os maiores produtores de batata, entre eles: China, Rússia, Índia e Estados Unidos (SINGH; KAUR, 2009).

No Brasil essa cultura ocupa uma área de 182 mil ha, com uma produção de 2,7 milhões de toneladas. A produtividade média varia de acordo com a região produtora, chegando 22 t.ha<sup>-1</sup> em Minas Gerais, 20 t.ha<sup>-1</sup> em São Paulo, 14 t.ha<sup>-1</sup> no Paraná, 10 t.ha<sup>-1</sup> em Santa Catarina e 8 t.ha<sup>-1</sup> no Rio Grande do sul (FIGUEIRÓ, 2008).

No estado do Rio Grande do Sul o cultivo de batata tem grande importância econômica, estando concentrada principalmente nos municípios de Silveira Martins, Ivorá, Júlio de Castilhos, Itaara, São Martinho da Serra, Restinga Seca e Santa Maria (GRIMM, 2007).

Com relação à batata produzida, aproximadamente 35%, incluindo casca e resto de polpa, acaba sendo descartada durante o processo de industrialização (BALSALOBRE, 1995). Segundo a Associação Brasileira da Batata, o volume anual de batata descartada como resíduo, em todo Brasil, pode chegar a 300 mil toneladas (ABBA, 2007).

Outra parte dos tubérculos de batata acaba sendo descartada por não alcançarem os padrões de comercialização, tanto em tamanho quanto em qualidade. Porém esse material residual além de apresentar uma qualidade nutricional, apresenta baixo custo, por ser considerado um resíduo agrícola (REZENDE, 2007).

Visando o aproveitamento dessa batata residual, a qual apresenta teor de amido entre 12,6 e 18,2%, a produção de etanol a partir de batata apresenta-se como uma alternativa viável já que esse material quando não é empregado na alimentação animal acaba sendo destinado aos aterros sanitários. (BALSALOBRE, 1995; REZENDE, 2007; ABBA, 2007).

### 3.3 Componentes químicos presentes na batata

A batata (*Solanum tuberosum*) é uma das culturas mais importantes no mundo sendo, a quarta mais produzida, ficando atrás apenas do trigo, milho e arroz. Em decorrência da sua composição e disponibilidade apresenta-se como um grande fornecedor de amido para ser empregado na alimentação da população. Na Tabela 3.1 é apresentada a composição química da batata (MAGA, 1980; STOREY, 2007).

Tabela 3.1 - Composição química da batata in natura.

<b>Componente</b>	<b>Conteúdo</b>
Matéria seca	15-18%
Amido	12,6-18,2%
Glicose	0,01-0,6%
Frutose	0,01-0,6%
Sacarose	0,13-0,68%
Fibra Alimentar	1-2%
Lipídio	0,075-0,2%
Proteínas	0,6-2,1%
Asparagina (livre)	110-529 mg/100 g
Glutamina (livre)	23-409 mg/100 g
Prolina (livre)	2-209 mg/100 g
Outros aminoácidos livres	0,2-117 mg/100 g
Polifenóis	123-441 mg/100 g
Carotenoides	0,05-2 mg/100 g
Tocoferóis	Acima de 0,3 mg/100 g
Tiamina B1	0,02-0,2 mg/100 g
Riboflavona	0,01-0,07 mg/100 g
Vitamina B6	0,13-0,44 mg/100 g
Vitamina C	8-54 mg/100 g
Vitamina E	~ 0,1 mg/100 g
Acido fólico	0,01-0,03 mg/100 g
Nitrogênio (total)	0,2-0,4 mg/100 g
Potássio	280-564 mg/100 g
Fosforo	30-60 mg/100 g
Cálcio	5-18 mg/100 g
Magnésio	14-18 mg/100 g
Ferro	0,4-1,6 mg/100 g
Zinco	~ 0,3 mg/100 g
Glicoalcaloides	< 20 mg/100 g

Fonte: (LI, 2006; STOREY, 2007)

Quando usada na alimentação 100 g desse tubérculo supre cerca de 10% de tiamina, niacina, vitamina B6 e ácido fólico; 50% da vitamina C e 10% das proteínas necessárias na dieta de um adulto (PEREIRA et al., 2005).

Com base na Tabela 3.1 pode-se observar que a batata não é apenas rica em carboidratos, apresentando também proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerais como cálcio, fósforo e potássio, apresentando-se como uma matéria-prima rica em nutrientes. Parte desses nutrientes acaba não sendo utilizada durante as etapas do processo de obtenção de etanol, sendo descartada junto aos resíduos.

Além dos componentes nutricionais a batata possui glicoalcalóides em sua composição, os quais apresentam um reconhecido potencial tóxico para o homem e para os animais (MACHADO; TOLEDO, 2004).

### **3.4 Glicoalcalóides da batata**

As plantas da família *Solanaceae* são fontes de metabólitos secundários, produzindo uma ampla variedade desses compostos (FRIEDMAN, 2004).

As *Solanaceas* apresentam na sua composição compostos potencialmente tóxicos, os quais são produzidos durante o seu crescimento e também após a colheita. Entre esses compostos os mais importantes são denominados glicoalcalóides esteroidais (BUSHWAY E PONNAMPALAM, 1981; FRIEDMAN; DAO, 1992).

Em particular o gênero *Solanum* produz uma grande variedade de saponinas esteroidais, glicoalcalóides e alcalóides esteroidais que são de interesse tanto na área de ecologia química como de saúde humana. Na natureza, eles são componentes importantes para o armamento químico da planta contra o ataque dos predadores (FUKUHARA et al., 2004;)

Os principais glicoalcalóides presentes nas batatas são  $\alpha$ -solanina e  $\alpha$ -chaconina, ambas são formas glicosiladas do alcaloide esteroide solanidina, e estes correspondem a 95% ou mais dos glicoalcalóides totais (GAT) presentes nas batatas (BUSHWAY; PONNAMPALAM, 1981). A razão  $\alpha$ -chaconina :  $\alpha$ -solanina é de 60:40 e a concentração

resultante da soma desses dois compostos é expressa como GAT (MAGA, 1980; MORRIS; LEE, 1984; SLANINA, 1990).

A concentração máxima desses compostos em batata in natura, considerada segura para o consumo humano, é estimada em  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  de glicoalcalóides totais (MACHADO; TOLEDO, 2004). Quando ingeridos em alta concentração, parecem ter duas ações tóxicas no organismo humano: uma afetando o sistema nervoso central, sendo considerados responsáveis por vários dos sintomas neurológicos observados após a ingestão de glicoalcalóides, e outra sobre as membranas celulares, causando ruptura das membranas do trato-gastrintestinal com danos hemolíticos e hemorrágicos e excesso de fluido nas cavidades corpóreas (MACHADO; TOLEDO, 2004).

Esses glicoalcalóides são encontrados em todas as partes da planta como tubérculos, peles e principalmente brotos, devido à alta atividade metabólica (MAGA, 1980; MORRIS; LEE, 1984; SLANINA, 1990; SMITH et al., 1996).

Em batatas as concentrações mais altas ocorrem na pele do tubérculo, nos brotos e nas flores. Os brotos das plantas de batata são particularmente ricos em solanina, proporcionando uma fonte conveniente desse glicoalcaloide (FRIEDMAN, 2004). A presença de solanina na batata foi relatada pela primeira vez por Baup em 1826 (FIESER et al., 1959).

De acordo com Friedman et al. (1991) algumas plantas do gênero *Solanum*, dentre elas a batata, produzem grande variedade de glicoalcalóides, tais como solanina, solamargina e solasodina, com importância na resistência natural das plantas. Existem evidências de que esses alcaloides apresentam efeito alelopático sobre outras plantas (MOTIDOME et al. 1970; FRANK 1990; SMITH et al. 1990).

A ação de vários aleloquímicos está envolvida na inibição e em modificações nos padrões de crescimento ou desenvolvimento das plantas. Os aleloquímicos podem ser seletivos em suas ações e as plantas podem ser seletivas em suas respostas, por este motivo torna-se difícil sintetizar o modo de ação destes compostos (GATTI et al., 2004).

### 3.5 Estrutura dos principais glicoalcalóides da batata

A estrutura molecular da  $\alpha$ -solanina e da  $\alpha$ -chaconina é formada por duas frações, uma alcaloide e outra glicosídica. A fração alcaloide é a mesma para as duas substâncias, sendo constituída de um esqueleto esteroidal conhecido por solanidina, conforme apresentado na Figura 3.1.

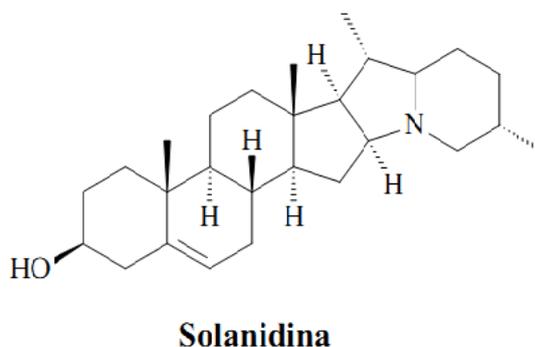


Figura 3.1- Estrutura molecular da Solanidina

O que diferencia os glicoalcalóides é a formação da fração glicosídica, a qual pode ser formada por mono, di ou trissacarídeos, os quais estão ligados a solanidina e entre si por meio de ligações glicosídicas, conforme apresentado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Composição das formas  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  das solaninas e chaconinas.

Composto	Composição
$\alpha$ -Solanina	Solanidina + galactose + glicose + ramnose
$\beta$ -Solanina	Solanidina + galactose + glicose
$\gamma$ -Solanina	Solanidina + galactose
$\alpha$ -Chaconina	Solanidina + glicose + ramnose + ramnose
$\beta$ - Chaconina	Solanidina + glicose + ramnose
$\gamma$ - Chaconina	Solanidina + glicose

Fonte: (MAGA, 1980)

O número e a natureza dos sacarídeos é o que irá diferenciar as formas estruturais  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , embora todas apresentem em comum pelo menos um açúcar, sendo a galactose no caso da solanina e a glicose para a chaconina. Na Figura 3.2 é mostrada a estrutura do glicoalcalóide  $\alpha$ -Solanina e na Figura 3.3 é mostrada a estrutura do glicoalcalóide  $\alpha$ -Chaconina.

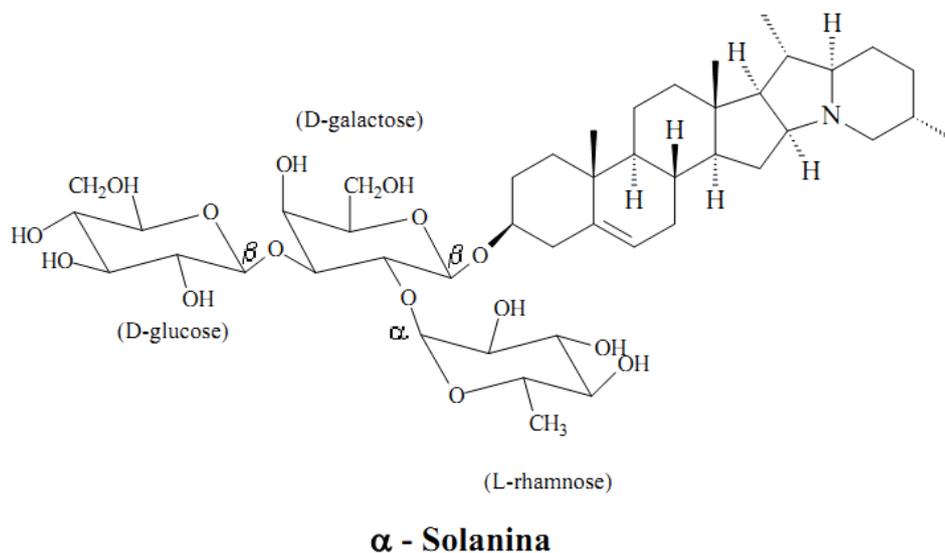


Figura 3.2 - Estrutura química da  $\alpha$ -Solanina

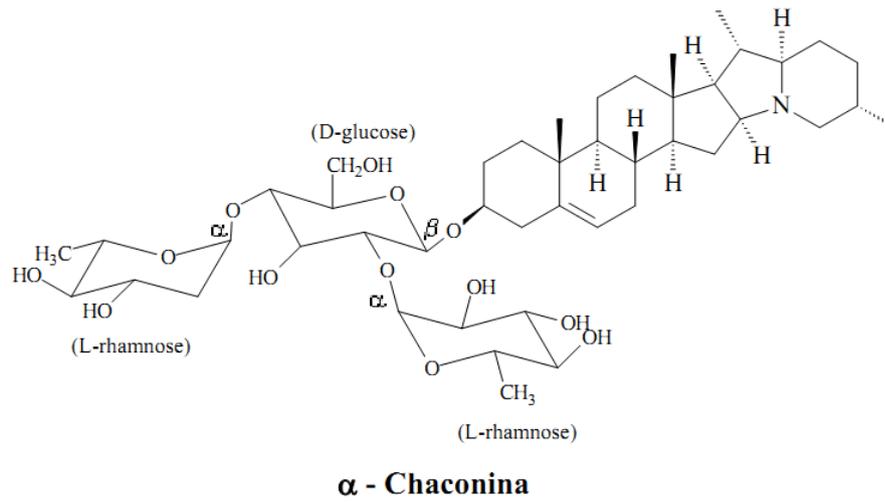


Figura 3.3 -Estrutura química da  $\alpha$ -Chaconina

### 3.6 Produção de etanol de batata

As etapas necessárias para a produção de etanol a partir de amiláceas estão apresentadas na Figura 3.4.

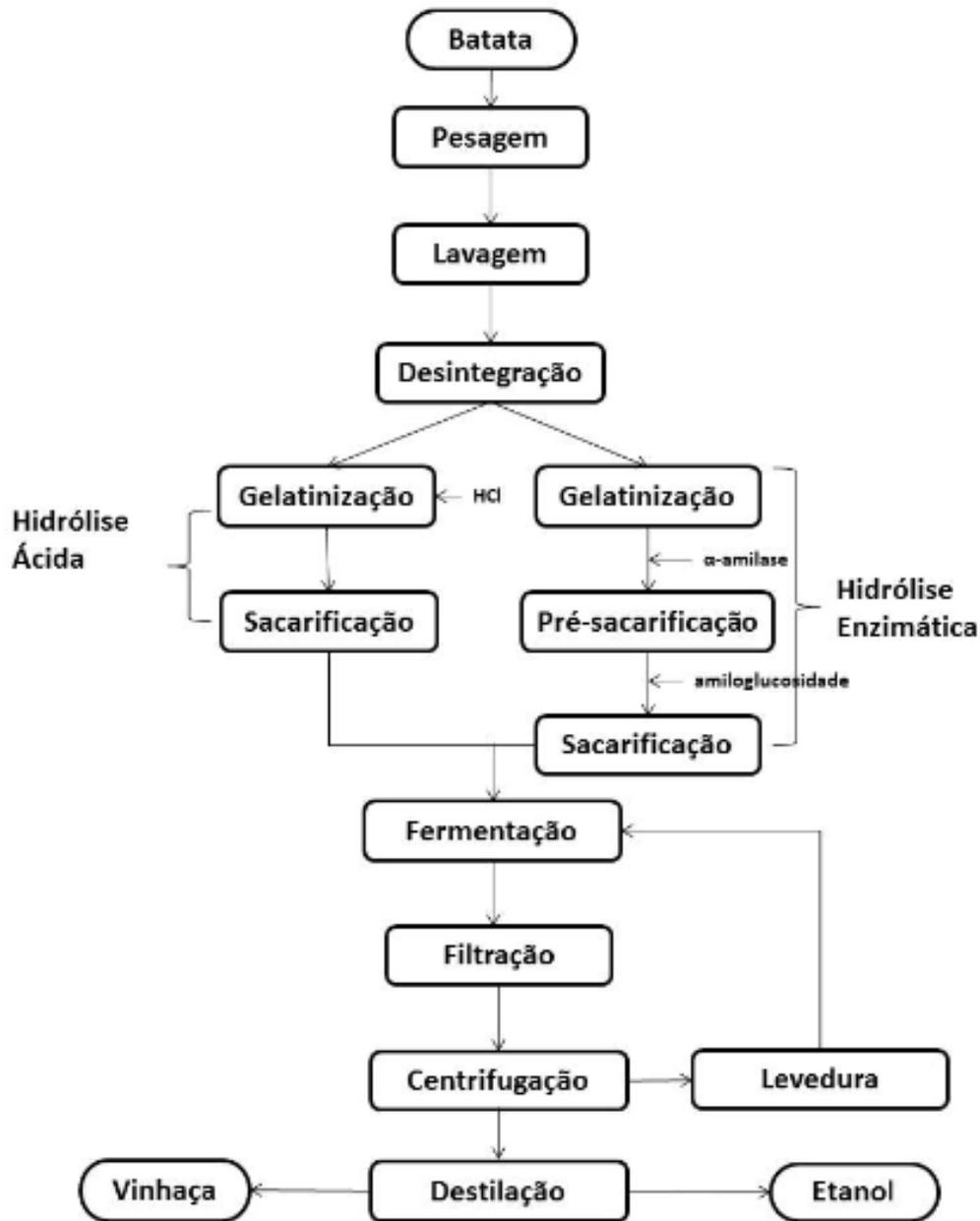


Figura 3.4 - Fluxograma do processamento de amiláceas para a produção de álcool.

Fonte: (CAMACHO, 2009).

As operações unitárias do fluxograma apresentado na Figura 3.4 podem ser resumidamente descritas como:

- **Lavagem:** Os tubérculos são lavados em máquina lavadora descontínua, para eliminar impurezas que possam interferir no processamento.

- **Desintegração:** Essa operação é realizada em ralador. A finalidade dessa operação é aumentar a superfície de contato da matéria prima, expondo mais facilmente ao calor e aos agentes sacarificantes, de modo a tornar mais eficientes as operações de hidrólise e fermentação.
- **Cozimento / Gelatinização:** Essa operação é feita para liberar os grãos de amido, facilitando a reação entre os agentes sacarificantes e o amido na etapa seguinte; como resultado do aquecimento o grão de amido absorve água, intumescce, a parede celular se rompe e o amido se gelatiniza. No final desse processo, que tem uma duração de 30 a 60 minutos, a massa torna-se liquefeita pela ação do calor combinado com a  $\alpha$ -amilase adicionada.
- **Sacarificação:** O processo da sacarificação e o emprego de um eficiente agente sacarificante é fundamental na fabricação de álcool a partir de substâncias amiláceas, para que o amido possa ser desdobrado em açúcares fermentescíveis. O processo biológico emprega enzimas amilolíticas. O desdobramento do amido gelatinizado envolve a hidrólise das ligações  $\alpha$  1- 4, que ligam as moléculas de glicose em longas cadeias e as ligações  $\alpha$  1- 6, que formam os pontos de ramificação do componente amilopectina do amido. A amilase rompe as ligações  $\alpha$  1- 4, de maneira que se formam pequenas cadeias de dextrose denominadas dextrinas. Isso torna a pasta gelatinizada do amido menos viscosa e fornece um maior numero de terminais de cadeias para a ação das enzimas sacarificantes, nesta fase aproximadamente 85% do amido é convertido em açúcares fermentescíveis. A amiloglucosidase ataca as ligações  $\alpha$  1- 6 das moléculas de maltose e, em menor grau, as dextrinas formando glicose. Com o trabalho conjunto dessas enzimas é possível hidrolisar completamente a molécula do amido formando açúcares fermentescíveis.
- **Fermentação:** Essa etapa se inicia com o preparo do inócuo. São adicionados macro nutrientes ao mosto, ajusta-se o pH 4.0 - 5,0, a temperatura deve ser mantida ao redor dos 30 °C. O tempo de fermentação é cerca de 24 horas. O processo fermentativo pode ser contínuo ou intermitente, no primeiro caso, se alimenta uma dorna com o mosto continuamente, obtendo-se um vinho que flui com a mesma vazão, e que é, em seguida, transportado para as torres de destilação.

- **Filtragem:** Concluída a fermentação o vinho passa por um filtro para remoção das partículas sólidas, que poderão prejudicar a destilação. Seguido de uma centrifugação para recuperar parte do fermento, o qual é conduzido às dornas para iniciar uma nova fermentação.
- **Destilação:** O vinho resultante deverá conter de 7 a 11% de álcool em volume, o qual é separado da mistura hidro-alcoólica pela diferença do ponto de ebulição do álcool e da água. Essa operação é realizada em torres de destilação, empregando-se colunas de baixo grau para obtenção de aguardente e para a obtenção de álcool industrial se submete o destilado a uma segunda destilação em colunas retificadoras, cuja função é concentrar e purificar o álcool, obtendo-se um teor alcoólico no máximo de 96,2% em volume (CAMACHO, 2009).

### 3.7 Resíduos da produção de etanol

#### 3.7.1 A vinhaça

O principal efluente da destilação de álcool é a vinhaça, a qual apresenta elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), por ser rica em matéria orgânica, caracterizando-se como uma fonte poluente quando descartada diretamente na água. Em função da carga orgânica presente na vinhaça ela tem sido usada como alternativa parcial para substituição da adubação mineral em lavouras, principalmente de cana (CRISPIM, 2000; LEONEL et al., 1999).

A vinhaça é um efluente originado no processo de fabricação de etanol, variando de 7 a 16 litros para cada litro de etanol produzido, a partir da cana-de-açúcar, dependendo das condições tecnológicas da destilaria. Sua composição é extremamente variável, mas, basicamente, apresenta-se como uma suspensão aquosa contendo sólidos orgânicos e minerais. É formada por 93,5% de água, 4,6% de matéria orgânica e 1,9% de substâncias minerais (ANA, 2009; GASI; SANTOS, 2000; CETESB, 1986; ROSSETO, 1987).

Em função da diluição do mosto para que o teor alcoólico final fique na faixa de 7 a 11% o volume de vinhaça gerado na produção de etanol a partir de matérias primas amiláceas, como a batata, é semelhante aos obtidos a partir de matérias-primas açucaradas, como a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino (SANTOS, 2000; ROSSETO, 1987).

Apesar de ter consistência líquida, pela NBR 10.004 da ABNT (2004) a vinhaça é considerada um resíduo sólido, pois não há solução técnica e econômica para o tratamento convencional eficiente que permita seu lançamento nos cursos d'água, dentro dos padrões exigidos pela legislação.

### 3.7.2 Vinhaça como resíduo

A característica ácida, a elevada relação vinhaça gerada/etanol produzido e seu potencial efeito poluidor fazem da vinhaça um significativo problema para tratamento e disposição final adequados. (CETESB, 1986).

A riqueza em matéria orgânica, corrosividade e altos índices de DBO, aliados a alta temperatura na saída dos destiladores (85 a 90°C) tornam a vinhaça um resíduo com grande poder poluidor (SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007; ROSSETTO, 1987).

### 3.7.3 Uso da vinhaça como fertilizante agrícola

Na perspectiva de aumento na produção de etanol aumenta a atenção ao destino a ser dado à vinhaça. Dentre as possíveis soluções para a redução da carga poluidora tem-se: concentração, tratamento químico e biológico ou produção de biomassa, e a sua aplicação no solo que é a forma mais usual de disposição (SANTOS, 2000).

As mesmas características que fazem da vinhaça um efluente com potencial poluidor, também proporcionam a esse resíduo a opção de uso como adubo para a agricultura (CETESB, 1986).

Quando aplicada no solo, a vinhaça promove melhoria da fertilidade, entretanto, as quantidades aplicadas não devem ultrapassar a capacidade do solo em reter íons, isto é, as dosagens devem ser mensuradas de acordo com as características de cada solo. O solo possui quantidades desbalanceadas de elementos minerais e orgânicos, podendo ocorrer a lixiviação de vários destes íons, sobretudo do nitrato e do potássio (SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007).

O volume de vinhaça gerado durante a produção de etanol a partir de batata fica próximo ao volume obtido quando matérias primas açucaradas são empregas, porém torna-se diferente em função da composição química da batata (Tabela 3.1). Assim a vinhaça obtida a partir da fermentação da batata, do ponto de vista ambiental apresenta-se com um maior potencial poluidor caso não receba um destino ou tratamento adequado.

Segundo Olsen (2005), o descarte de certos resíduos no meio ambiente, provenientes do processamento da batata, pode trazer problemas de poluição, em países europeus, a irrigação de solos com a água residual da batata acaba causando problemas de formação de espuma na superfície dos mesmos, traz odores desagradáveis e leva nitrogênio e fósforo para a água do subsolo.

De acordo com Simões (2004), a formação de espumas é uma forma de identificar a presença de alcaloides como os pertencentes ao gênero *Solanum*, ao qual a batata pertence. Segundo esse autor a formação de espuma persistente após agitação confirma a presença de glicocalcólides.

### **3.8 Hormônios e reguladores vegetais**

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas, endógenas, que produzidas em pequenas concentrações, podem promover, inibir ou regular qualitativamente o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, os hormônios podem atuar no próprio local da síntese ou serem translocados, atuando em outras regiões da planta (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os hormônios vegetais desempenham um papel importante, podendo uniformizar a germinação, controlar o desenvolvimento vegetativo, aumentar a fixação de flores e frutos e

antecipar ou atrasar a maturação dos produtos de interesse comercial (CATO; CASTRO, 2006).

De acordo com Salisbury e Ross (1994) os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Os hormônios agem primeiro ao nível de membrana plasmática, onde estão as proteínas.

Hormônios, mesmo presentes em baixas concentrações, tem a propriedade de exercerem efeitos de importância morfofisiológica, propriedade essa semelhante a apresentada por enzimas, pelo DNA e por vitaminas (CASTRO; VIEIRA, 2001).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), cinco grupos de substâncias são consideradas hormônios vegetais: as auxinas, giberilinas, citocinas, etileno, ácido abscísico. Entretanto, descobertas continuam ocorrendo, elevando assim, o número e os tipos de hormônios e de agentes sinalizadores, semelhantes aos hormônios vegetais.

Até pouco tempo, acreditava-se que o desenvolvimento vegetal era regulado apenas por esses cinco grupos, entretanto, há fortes evidências indicando a existência de hormônios vegetais esteroides que produzem uma ampla gama de efeitos morfológicos no desenvolvimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Um exemplo dessas novas substâncias descobertas com efeitos semelhantes aos hormônios vegetais, são os brassinosteróides. Estes são atualmente considerados como um novo grupo de fitohormônios com significantes propriedades promotoras do crescimento. A partir do isolamento do primeiro brassinolídeo, na década de 1960, mais de 60 tipos de brassinosteróides já foram identificados em diversos órgãos em plantas de diferentes espécies (ZULLO e ADAM, 2002).

Assim como os hormônios, os reguladores vegetais também podem provocar, inibir ou modificar processos fisiológicos. A importância dos reguladores vegetais foi reconhecida na década de 30. Quando aplicados, podem afetar o metabolismo e as respostas das plantas, ou de algum órgão desta. Essas respostas podem mudar muito em função da variedade, idade, condições do meio e estado nutricional do vegetal. Em geral, os reguladores vegetais podem ser considerados como ferramentas químicas potenciais e suplementares no manejo das culturas (LAMAS, 2001; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os reguladores vegetais ou biorreguladores são substâncias sintetizadas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos: citocininas, giberelinas, auxinas e etileno (VIEIRA; CASTRO, 2002).

O desenvolvimento das plantas é regulado pela interação de fatores ambientais e endógenos, sendo os hormônios o principal fator endógeno. Os hormônios estão envolvidos em varias respostas do desenvolvimento, tais como, a germinação das sementes (KUCERA et al., 2005), alongamento do caule (VANDENBUSSCHE et al., 2005), dominância apical (KEBRO et al., 2006), florescimento (OKAMURO et al.,1997) e a senescência (QUILES et al., 1990). Porém existe uma grande complexidade nos processos de interação entre as classes hormonais, além dos fatores ambientais.

### **3.9 Uso de Bioestimulantes e Biorreguladores na agricultura**

Os bioestimulantes correspondem a uma mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores com outras substâncias, como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Esse produto pode, em função da sua composição, concentração e proporção das substâncias, incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal, podendo, também aumentar a absorção e a utilização de água e nutrientes pelas plantas mesmo sob condições ambientais adversas (CASILLAS et al., 1986; CASTRO; VIEIRA, 2001; VIEIRA, 2001).

A utilização de bioestimulantes produz estímulos na produção de raízes, principalmente quando o solo possui baixa fertilidade e disponibilidade de água (FERRINI; NICESE, 2002). Além disso, os bioestimulantes aceleram o crescimento e o desenvolvimento vegetal, pois estimulam a divisão, diferenciação e o alongamento celular. Porém esses efeitos dependem da concentração, da natureza e da proporção das substâncias presentes nos produtos (VIEIRA, 2001).

Para Castro e Vieira (2001), o uso de biorreguladores na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico. Os bioestimulantes são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (ONO et al., 1999).

Segundo Arteca (1995), os bioestimulantes, são substâncias de crescimento vegetal e podem atuar isoladamente ou em combinação na promoção do desenvolvimento das plantas. Cassillas et al. (1986), verificaram que quando aplicados em baixas concentrações, os reguladores vegetais associados a aminoácidos e nutrientes acabam sendo mais eficientes.

O emprego de bioestimulante como técnica agrônômica para otimizar a produção em diversas culturas é cada vez mais comum. Os órgãos vegetais das plantas são alterados morfológicamente pela aplicação de bioestimulantes, de forma que o crescimento e o desenvolvimento deles são promovidos ou inibidos, o que influencia ou modifica os processos fisiológicos do vegetal (DOURADO et al., 2004).

Os reguladores de crescimento podem ser aplicados diretamente nas plantas, em sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção e melhorar a qualidade de sementes. Entre as várias alterações os reguladores de crescimento influenciam o metabolismo protéico, podendo aumentar a taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes (MCDONALD e KHAN, 1983) e ainda no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (CASTRO e VIEIRA, 2001).

Vieira (2001) estudou o efeito de diferentes dosagens, de produto a base de reguladores vegetais (auxinas, giberelinas e citocininas), nas culturas da soja, feijão e arroz, obtendo aumentos expressivos sobre a produtividade das plantas, quando o produto foi aplicado diretamente sobre as sementes.

Conforme Ferreira (2007), as empresas produtoras de insumos têm investido no desenvolvimento de novos produtos para a incorporação de bioestimulantes e aditivos às sementes a cada ano, pois as mesmas são o principal insumo da agricultura moderna, responsáveis por todo o potencial genético e produtivo que garante o sucesso do empreendimento agrícola. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito desses aditivos à base de hormônios, micronutrientes, aminoácidos e vitaminas sobre a qualidade fisiológica das sementes e a produtividade das culturas.

O ácido giberélico quando aplicado antes do florescimento, induz a um crescimento vegetativo intenso em diversas culturas, o qual pode ser maior que o necessário para a máxima produtividade. Neste caso, nutrientes e fotossintetizados são direcionados ao crescimento vegetativo, em detrimento ao desenvolvimento de estruturas reprodutivas (LEITE et al., 2003).

Belmont et al. (2003), avaliando o efeito do Stimulate® (10, 15, 20 e 25,0 mL / 0,5 kg de sementes) em sementes de três cultivares de algodão (CNPA 7H, BRS Verde e Aroeira do Sertão) registraram resposta positiva na germinação.

Santos et al. (2005), analisaram doses de um produto bioestimulante (composto de três hormônios vegetais, 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico e 0,005% de ácido indolbutírico) em aplicação via sementes em algodoeiro (3,5; 7,0; 10,5; 14,0; 17,5 e 21,0 mL.0,5kg<sup>-1</sup> de sementes) e observaram incremento na área foliar, altura e crescimento inicial de plantas.

Vieira; Castro (2001) estudaram os efeitos do bioestimulante Stimulate® sobre a germinação de sementes, vigor das plântulas e crescimento radicular da soja e obtiveram um incremento máximo de 9,9% com relação ao controle, para a concentração de 1,3ml do bioestimulante para 0,5 kg de sementes.

Braccini et al. (2005), trabalhando com soja e o produto Stimulate 10X obtiveram a maior produtividade com o tratamento com a maior dose do produto aplicado via foliar (75mL.ha<sup>-1</sup>), com incremento superior a 92% em relação ao controle.

Existem inúmeros estudos sobre a interferência de biorreguladores na agricultura, com destaque para as áreas de olericultura, fruticultura e floricultura. Porém, nos últimos anos estudos em grandes culturas como a soja, arroz, milho e feijão passaram a ser desenvolvidos, apontando para ganhos em produtividade (VIERA, 2001; CASTRO e VIERA, 2001).

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Obtenção do resíduo de etanol de batata**

Os resíduos utilizados nos experimentos foram coletados durante a produção de etanol empregando como matéria-prima a batata (*Solanum tuberosum*), realizada na Usina Piloto do Departamento de Engenharia Química, instalada junto ao Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, conforme a Figura 3.4, seguindo a rota enzimática. Essa unidade piloto é multipropósito possibilitando o emprego de matérias-primas como mandioca, batata inglesa, batata doce, cana-de-açúcar, entre outras e tem capacidade de produção de até 30 litros de etanol por hora.

Foram coletados na usina piloto dois resíduos, os quais foram identificados como resíduo A e resíduo B. O resíduo A foi obtido do processamento da batata da variedade Asterix e o resíduo B do processamento da batata Baronesa. Esses resíduos foram coletados após a destilação do vinho fermentação.

### **4.2 Biotestes na cultura de tomate**

Foram feitos biotestes com os resíduos da produção de etanol de batata, nesses ensaios os resíduos foram testados em mudas em bandejas e durante todo o ciclo da cultura de tomate. A variedade de tomate empregada nos biotestes foi Grandeur (T-70) Lot. 45BN. Durante a condução dos experimentos os resíduos foram mantidos sob refrigeração a uma temperatura média de 4°C.

### 4.3 Local de realização dos biotestes em tomateiro

Conduziu-se o experimento entre os meses de março a setembro de 2011, em casa de vegetação pertencente ao Setor de Fruticultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS, localizada nas coordenadas 29°43' de latitude sul e 43°43' de longitude oeste e com altitude de 102 metros.

### 4.4 Bioteste em bandeja plástica

Com a finalidade de se obter uma primeira informação sobre o efeito dos resíduos sobre a cultura do tomate foram conduzidos experimentos em bandejas plásticas.

Foram plantadas em solo comercial sementes de tomate em 6 bandejas plásticas com 15 células (Figura 4.1). Cada tratamento era composto por duas bandejas, mais uma para o controle que não recebeu nenhuma aplicação. Foram preparadas duas soluções aquosas, uma contendo 2% do resíduo A e outra contendo 2% do resíduo B. Cada uma das soluções foi aplicada a duas bandejas, sendo a primeira aplicação realizada após 15 dias de emergência das mudas e a segunda aplicação sete dias após a primeira.



Figura 4.1 -Vista superior das mudas dispostas em bandejas.

Bandeja A foi tratada com solução do resíduo A, Bandeja B recebeu tratamento com resíduo B e bandeja C foi o tratamento controle.

Os resíduos foram aplicados utilizando pulverizador manual com capacidade de 500 mL e as aplicações foram feitas de forma individualizada para evitar a contaminação de outras bandejas.

O experimento foi interrompido 30 dias após a semeadura. Para avaliar o experimento foram retiradas ao acaso 12 mudas de cada tratamento, onde foi analisada a massa seca da parte aérea e das raízes.

## **4.5 Bioteste em ciclo completo**

### **4.5.1 Obtenção das mudas**

As mudas de tomate foram obtidas por meio de semeadura realizada em bandejas de poliestireno com 128 células contendo turfa como substrato. Após 24 dias da semeadura foi feito o transplante das mudas com raízes nuas para os vasos onde foi conduzido o experimento, para escolha das mudas foi utilizado como critério o tamanho das mudas, optando-se por mudas de mesmo tamanho.

Após quinze dias do transplante das mudas realizou-se o tutoramento das mesmas, com auxílio de uma fita com 2 metros de comprimento.

## **4.6 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições para o produto A, dois tratamentos para o produto B também com cinco repetições mais o tratamento controle com 5 repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental era composta de um vaso de polietileno preto vedado para evitar a lixiviação dos nutrientes, com volume igual a 8 dm<sup>3</sup> preenchido de substrato. Nos bioensaios com tomate a dosagem de 5 litros de resíduo por hectare para

ambos os resíduos foi fixada em todos os tratamentos, variando-se apenas o estágio de aplicação. Para aplicação os resíduos foram diluídos em água, em volume suficiente para pulverizar as cinco plantas de cada tratamento.

As aplicações foram semanais e seguindo-se a programação apresentada na Tabela 4.1. Os resíduos foram aplicados com auxílio de pulverizador manual com capacidade de 500 mL. Durante a aplicação foi feito o uso de cortina plástica, com o objetivo de evitar a deriva do produto e o contato do mesmo com plantas vizinhas.

Durante a condução do bioensaio foi feita a reposição de água nos vasos para manter a umidade adequada para a cultura do tomate. Também foi realizado todo o tratamento sanitário característico dessa cultura.

Tabela 4.1 - Doses dos resíduos aplicados e o estágio de aplicação.

<b>Tratamentos</b>	<b>Volume de solução (mL) *</b>	<b>Estágio de aplicação</b>	<b>Nº total de aplicações</b>
T1 testemunha	25	-	0
T2 (resíduo A)	25	Durante todo o ciclo	11
T3 (resíduo A)	25	Até o início da floração	3
T4 (resíduo A)	25	Após o início da floração	8
T5 (resíduo B)	25	Durante todo o ciclo	11
T6 (resíduo B)	25	Após o início da floração	8

\* Para cada tratamento foi aplicado uma solução 2,5% de resíduo.

#### **4.7 Avaliações**

Em torno de noventa dias após a semeadura foi iniciada a colheita dos tomates de acordo com o amadurecimento dos frutos até a terceira camada produzida pela planta.

Neste estudo, determinou-se o número de frutos, número de flores, a altura e diâmetro dos frutos, massa dos frutos, altura das plantas, diâmetro do caule e massa seca das raízes.

O número de frutos e de flores foi obtido por contagem direta nas plantas durante o ciclo reprodutivo. A altura e o diâmetro dos tomates foram determinados com auxílio de um paquímetro digital, sempre na parte de maior altura e maior diâmetro. A massa média dos frutos foi obtida com auxílio de balança digital. Para determinar a altura e o diâmetro do caule das plantas foi usada uma fita métrica graduada, as medidas da altura foram feitas desde o colo das plantas até a última folha do ápice, sendo os valores de ambas as avaliações expressos em centímetros. Para determinação de massa seca as raízes foram lavadas com água corrente para remover o solo que se encontrava junto das mesmas e depois levadas a estufa de circulação de ar a 105 °C por 48 horas (PALANGANA, 2011).

#### **4.8 Bioteste com semente de soja**

Os resíduos A e B foram testados em sementes de soja. Esse experimento foi conduzido no Laboratório de Engenharia de Processos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, no município de Santa Maria, RS.

Nas avaliações feitas com sementes de soja (*Glycine max*) foram empregados o resíduo A nas concentrações de: 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 mL de resíduo/Kg de semente e o resíduo B nas concentrações de: 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 mL de resíduo/Kg de semente, como controle foi realizado um ensaio nas mesmas condições, empregando 2 mL de água destilada /kg de semente no lugar do resíduo.

Para cada concentração o resíduo foi diluído em 2 mL de água destilada, e depois aplicado diretamente sobre as sementes acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 2,0 kg. Após aplicação o conjunto foi agitado vigorosamente durante 1 minuto, visando uniformizar os tratamentos sobre as sementes. Os ensaios foram instalados após 30 minutos da aplicação dos resíduos (DAN et. al., 2010).

#### 4.8.1 Bioteste de Germinação

O Teste de Germinação foi feito com três sub-amostras de 25 sementes por repetição, para cada tratamento. Como substrato para a semeadura utilizou-se papel para germinação de sementes umedecido na proporção de três vezes o volume de água em relação à massa do papel (MARCOS - FILHO, 1987). Os rolos foram constituídos por duas folhas de papel, sendo uma folha usada como base para a distribuição das sementes e a outra folha como cobertura. Os rolos foram acondicionados em sacos de plástico e colocados em germinador tipo BOD, posicionados inclinados no germinador à temperatura de  $25 \pm 3^\circ\text{C}$ . As avaliações de contagens foram realizadas nove dias após a instalação do ensaio, de acordo com os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), sendo os resultados expressados em porcentagem.

#### 4.8.2 Avaliação do comprimento das plântulas de soja

O substrato utilizado para a semeadura foi igual ao usado para o teste de germinação. Foram usadas três sub-amostras de dez sementes por repetição, para cada dose de resíduo testado. Os rolos, contendo as sementes, foram colocados em sacos plástico e colocados na posição inclinada no germinador à temperatura de  $25 \pm 3^\circ\text{C}$  durante nove dias. A avaliação foi realizada efetuando-se as medições das plântulas normais em centímetros (NAKAGAWA, 1999).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na sequência serão apresentados os resultados obtidos nos experimentos realizados na cultura do tomate e nas sementes de soja.

### 5.1 Biotestes com tomateiro

Para a cultura de tomate foram realizados biotestes iniciais em bandeja e biotestes durante o ciclo completo dessa cultura.

#### 5.1.1 Biotestes em bandeja

Em uma fase inicial do trabalho foram realizados ensaios preliminares com os resíduos A e B em mudas de tomateiro. Estes ensaios foram realizados para verificação dos efeitos desses produtos para a cultura do tomate.

Na Tabela 5.1 são apresentados os resultados de massa seca de raiz e parte aérea das mudas de tomateiro submetidas aos tratamentos com os resíduos.

Tabela 5.1 - Resultado da massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA) de 12 mudas de tomate.

<b>Tratamento</b>	<b>MSR (g)</b>	<b>% (MSR)</b>	<b>MSPA (g)</b>	<b>% (MSPA)</b>
Controle	0,43	0,00	3,34	0,00
Resíduo A	0,28	-34,88	3,29	-1,50
Resíduo B	0,35	-18,60	3,31	-0,90

A figura 5.1 ilustra as raízes formadas nas mudas de tomateiro após aplicação dos resíduos da produção de etanol a partir de batata.



Figura 5.1 - Mudanças de tomateiro mostrando a diferença no comprimento da raiz  
A - mudas tratadas com o resíduo A, B - mudas tratadas com o resíduo B e C- tratamento controle.

Constatou-se que a massa seca de raiz das amostras submetidas a tratamento com ambos os resíduos apresentaram valores menores do que o controle. A redução foi de aproximadamente 35% para o resíduo A e 19 % para o resíduo B. Para a parte aérea não foi verificada alteração substancial na massa seca das amostras submetidas a aplicação dos resíduos.

Resultado semelhante foi encontrado por Machado, (2002) ao testar ácido giberélico, produzido por fermentação em estado sólido, em mudas de tomate plantadas em caixa teste. Entretanto, o ácido giberélico apresenta efeito no crescimento apical da planta e não no ganho de massa, ou seja, quando se deseja que a muda ganhe mais massa devem ser aplicados produtos inibidores da síntese de giberelinas.

Com relação ao formato das raízes formadas (Figura 5.1) houve um aumento substancial no comprimento das raízes para as amostras de tomateiro submetidas aos

tratamentos com os resíduos A e B, entretanto, estas apresentaram menor espessura e maior número de ramificações comparadas com o controle, fazendo com que a massa seca final fosse reduzida. Efeito semelhante foi constatado por Castro (2008), ao realizar o tratamento de sementes de soja com inseticida misturado a um bioestimulante. Para esse autor a formação de raízes mais finas decorre do efeito tônico dos produtos aplicados sobre a cultura. Acredita-se que, pelo curto espaço do ensaio não houve tempo suficiente para o aumento do diâmetro do grande número de raízes formadas fazendo com que a massa seca de raízes seja inferior a obtida no tratamento controle.

Apesar de preliminares os biotests realizados em mudas de tomateiro permitem concluir que os resíduos gerados na produção de etanol a partir de batata apresentam efeito sobre o enraizamento da cultura de tomate quando aplicados via foliar.

### 5.1.2 Biotests com ciclo completo em tomateiros

A seguir serão apresentados os resultados obtidos nos ensaios onde os resíduos A e B foram aplicados em tomateiros em diferentes períodos do ciclo desta cultura. As variáveis analisadas foram número de frutos, número de flores, massa dos frutos, dimensões dos frutos e efeito sobre o desenvolvimento das plantas.

#### 5.1.2.1 Número total de frutos

No início do mês de julho de 2011 iniciaram-se as colheitas no experimento, após a colheita, avaliações foram realizadas e quantificou-se a média do número total de frutos produzidos em cada tratamento (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Média do número total de frutos (NF) de tomate.

<b>Resíduo</b>	<b>Tratamentos</b>	<b>NF</b>	<b>% (NF)</b>
-	Controle	9,20 bc	0,00
A	T2	11,00 a	19,57
A	T3	9,00 c	-2,17
A	T4	9,80 abc	6,52
B	T5	10,80 ab	17,39
B	T6	9,20 bc	0,00

As medias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores mostram que as plantas que receberam o tratamento por todo o ciclo produtivo com o resíduo A (T2) apresentaram uma produtividade 19,57% superior ao controle. Comportamento semelhante foi observado com a aplicação em todo ciclo para o resíduo B (T5), com aumento de 17,39%. Para os demais tratamentos não foram observados aumentos significativos do número médio de frutos.

Resultados semelhantes, porém em outra cultura foram obtidos por Bertolin et al (2010), ao avaliar o aumento da produtividade de plantas de soja expostas a diferentes concentrações e formas de aplicação do Stimulate®, observando que plantas que receberam aplicações foliares do bioestimulante apresentaram um incremento de 26 % no número de vagens secas. O mesmo efeito foi observado por Ruano et al (1977) na produtividade de feijoeiro pela ação do ácido giberélico. Corroborando com Junglaus (2007), em seu trabalho com aplicação de bioestimulante Stimulate® em plantas enxertadas e não enxertadas de pepino, o qual verificou um aumento no numero de frutos produzidos por plantas de pepino não enxertadas coma aplicação de 375 mL ha<sup>-1</sup> do produto. Serciloto (2002) realizou ensaios com aplicação do bioativador Biozyme TF, em dosagem de 240 mL/100 L de água, em tomateiros e verificou um aumento de aproximadamente 30% na produção com relação a testemunha.

Já aplicações após inicio da floração (tratamentos T4 e T6), não surtiram o efeito desejado. Segundo Oliveira et al (1994), as plantas mais necessitam dos reguladores de

crescimento quando os níveis endógenos estão em baixa, e isso geralmente ocorre no início do desenvolvimento das plantas.

Portanto, aumentos no número de frutos viáveis como os que foram encontrados nessa pesquisa passam a ser representativas quando considera-se que no Brasil algumas culturas já atingiram altos níveis tecnológicos, alcançando alta produtividade e já não estão condicionadas por limitações de ordem nutricional ou hídrica, o que tem levado ao emprego de biorreguladores, os quais podem ser compensadores (CASTRO, 2006).

#### 5.1.2.2 Número total de flores

A contagem do número de flores formadas nas mudas de tomateiro do experimento iniciou no mês de maio. Para cada ensaio foram quantificados o número de flores e calculada a média aritmética. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Número de flores (NFI) e percentagem de flores frutificadas (FF) nos tomateiros.

<b>Resíduo</b>	<b>Tratamentos</b>	<b>NFI</b>	<b>% (NFI)</b>	<b>% (FF)</b>	<b>%</b>
-	Controle	19,40 ab	0,00	47,42	0,00
A	T2	17,80 b	-8,25	61,80	30,31
A	T3	20,00 ab	3,09	45,00	-5,11
A	T4	21,40 a	10,31	45,79	-3,43
B	T5	20,60 ab	6,19	52,43	10,55
B	T6	19,60 ab	1,03	46,94	-1,02

As medias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Tomando como referência os valores obtidos para o controle, foi determinado o percentual de alteração para as demais amostras (Tabela 5.3). Destes resultados pode-se observar que o ensaio onde o produto A foi aplicado após o início do florescimento

(tratamento T4) apresentou número de flores com um percentual em torno de 10% acima do controle e o ensaio onde o produto A foi aplicado em todo o ciclo (tratamento T2) apresentou uma diminuição de aproximadamente 8% no número de flores com relação ao controle. Para os demais tratamentos a variação não foi significativa.

Com o objetivo de determinar o percentual de flores que efetivamente se transformaram em frutos foi realizada a divisão do número de frutos formados pelo número médio de flores formadas, estes estão apresentados na Tabela 5.3.

Pode-se constatar que os tratamentos onde os resíduos A e B foram aplicados em todo o ciclo (tratamento T2 e T5) o percentual de flores que se transformaram em frutos viáveis foi superior ao controle em percentagens de 30,31 e 10,55% respectivamente.

Destes resultados pode-se concluir que o resíduo A quando aplicado em todo o ciclo afeta pouco a formação das flores (Tabela 5.3), entretanto, auxilia na fixação das flores formadas. Comportamento semelhante, porém em menor escala foi verificado para o resíduo B aplicado em todo o ciclo (tratamento T5). Segundo Serciloto (2002) a produtividade na cultura de tomate não esta determinada pelo número de flores formadas, mas pelo percentual de frutos fixados e pelo tamanho dos mesmos.

Vários trabalhos têm demonstrado que reguladores vegetais e compostos com atividades afins estão intimamente relacionados aos processos de fixação e desenvolvimento dos frutos de tomate (SERCILOTO, 2002).

Comparando-se a percentagem de fixação de frutos para T2 e T4 temos uma fixação de 61,80 e 45,79% respectivamente. Com base nesse resultado pode-se constatar que o resíduo A aplicado durante todo ciclo da cultura de tomate interferiu de forma positiva na fixação dos frutos. O resultado de 61,80 % de fixação de frutos foi superior ao encontrado por Palangana (2011), o qual obteve percentagem de fixação em torno de 38% para plantas de pimenteiro tratadas com bioestimulante, principalmente em doses de 100 a 175 mL/100 L H<sub>2</sub>O.

Os resultados obtidos com a aplicação do resíduo A, que acarreta em diminuição do número de flores abortadas, mostra que este tem potencial para ser utilizado comercialmente como bioestimulante orgânico na cultura de tomate.

### 5.1.2.3 Massa e dimensões dos frutos de tomateiro

Na Tabela 5.4 são apresentados os valores médios da massa total dos tomates formados nas três primeiras florações.

Tabela 5.4 - Valores da massa total (MF) dos frutos do tomateiro.

<b>Resíduo</b>	<b>Tratamentos</b>	<b>MF (g)</b>	<b>% (MF)</b>
-	Controle	932,80 ab	0,00
A	T2	865,48 b	-7,22
A	T3	987,92 a	5,91
A	T4	1012,77 a	8,57
B	T5	842,51 b	-9,68
B	T6	939,95 ab	0,77

As medias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Nota-se que as plantas dos tratamentos que receberam aplicações dos resíduos durante todo o seu ciclo da cultura (T2 e T5) foram as que apresentaram as menores massas medias totais dos frutos. Sendo observada uma diminuição de 7,22% e 9,68% respectivamente para os resíduos A e B com relação ao controle. Nos outros ensaios a massa de tomates foi pouco superior ao controle.

As aplicações dos resíduos da produção de etanol de batata não influenciaram significativamente a massa média dos frutos de tomate em comparação com o controle. Esse resultado é contrário ao obtido por Cato (2006) ao estudar o efeito de Stimulate® sobre frutos de tomate, o qual obteve um incremento significativo na massa fresca dos frutos tratados em relação ao controle.

Os resultados de massa fresca de frutos observados para os tratamentos T2 e T5 apresentaram os maiores números de frutos, isso provavelmente deve estar relacionado a uma possível restrição nutricional que as plantas sofreram durante a fase final dos bioensaios. Essa

restrição ocorreu em razão das plantas de tomateiros serem cultivadas em vasos com volume limitado de solo sendo que essa restrição ocorreu no período de crescimento dos frutos, levando a uma redução na massa dos mesmos. Observações relacionadas foram citadas por Araújo et al (1996) para plantas de feijoeiro que sofreram restrição hídrica e tiveram a formação e o enchimento dos grãos reduzidos.

Na tabela 5.5 são apresentados os resultados do diâmetro e altura média dos frutos formados no diferentes bioensaios realizados com os resíduos A e B.

Tabela 5.5 - Valores médios e percentuais de altura (AF) e diâmetro (DF) dos frutos de tomate.

Resíduo	Tratamentos	DF	(DF)	AF	(AF)
		(mm)	%	(mm)	%
-	Controle	61,14 a	0,00	49,56 a	0,00
A	T2	56,37 a	-7,80	45,72 a	-7,75
A	T3	58,19 a	-4,82	47,64 a	-3,87
A	T4	58,34 a	-4,58	46,73 a	-5,71
B	T5	57,71 a	-5,61	45,60 a	-7,99
B	T6	59,07 a	-3,39	48,39 a	-2,36

As medias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao diâmetro do fruto (DF) e altura do fruto (AF) pode-se constatar que todos os ensaios realizados apresentaram valores médios levemente inferiores ao do controle, não apresentando diferenças significativamente estatísticas. As maiores reduções para estas variáveis foram para os tratamentos T2 e T5 onde os resíduos A e B foram aplicados durante todo o ciclo.

Como os experimentos T2 e T5 foram os que tiveram maior número de frutos (Tabela 5.2) e em função da possível restrição nutricional ocorrida nos experimentos, era de se esperar que o tamanho dos formados fosse inferior ao do controle. Acredita-se que sem restrição nutricional o tamanho dos frutos formados seja semelhante ao do controle, resultando em

incremento na produtividade dos tomateiros submetidos às aplicações dos resíduos A e B durante todo o ciclo da cultura.

#### 5.1.2.4 Efeito sobre a fisiologia das plantas

Na Tabela 5.6 são apresentados os resultados da altura média das plantas (AP), do diâmetro médio dos caules (DC) e a massa seca de raízes (MSR).

Tabela 5.6 - Resultados para as avaliações altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e massa seca de raiz (MSR) das plantas de tomate.

Resíduo	Tratamentos	AP	AP	DC	DC	MSR	MSR
		(cm)	%	(cm)	%	(g)	%
-	Controle	135,40 c	0,00	10,14 a	0,00	6,96 c	0,00
A	T2	139,20 bc	2,81	9,89 a	-2,47	10,29 a	47,84
A	T3	145,60 ab	7,53	9,84 a	-2,96	7,68 bc	10,34
A	T4	144,00 ab	6,35	10,22 a	0,79	8,80 b	26,44
B	T5	148,20 a	9,45	9,54 a	-5,92	6,63 c	-4,74
B	T6	141,60 abc	4,58	10,05 a	-0,89	7,20 c	3,45

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à altura média das plantas constatou-se que, para todos os tratamentos os valores são levemente superiores ao controle, sendo que estatisticamente somente as plantas submetidas ao tratamento com o resíduo B durante todo o ciclo apresentou um aumento de 9,45 % de crescimento com relação ao controle.

O tratamento T2 não apresentou diferença significativa para a variável altura de planta quando comparado com o controle, porém esse foi o tratamento que apresentou maior número de frutos e também maior massa seca de raiz. Portanto, a aplicação do resíduo A, levou a um

menor crescimento vegetativo observado para o T2, essa aplicação pode ter influenciado positivamente o crescimento reprodutivo, por meio do direcionamento dos nutrientes assimilados para a formação dos tomates, levando ao incremento no número de tomates observado em T2. Esses resultados corroboram a literatura, onde Farinha (2008), observou em seu trabalho com giberelina na regulação do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de tomateiro que as plantas que apresentavam inibição do desenvolvimento vegetativo eram favorecidas quanto ao seu desenvolvimento reprodutivo.

Os resultados obtidos para diâmetro do caule não demonstraram diferença significativa entre os tratamentos e nem com relação ao controle.

Com relação a massa seca de raiz constatou-se que o tratamento que recebeu aplicação do resíduo A resultou em aumento em relação ao controle em todos os ensaios. A aplicação do resíduo B não resultou em aumento desta variável com relação ao controle.

Dos tratamentos com o resíduo A o melhor resultado foi verificado quando da aplicação durante todo o ciclo (tratamento T2) com aproximadamente 48% de aumento com relação a testemunha. Nos tratamentos onde o resíduo foi aplicado em parte do ciclo da planta o incremento em massa seca de raiz foi menos pronunciado apresentando incremento de aproximadamente 10% quando da aplicação até o florescimento (tratamento T3) e incremento de 26,6% quando aplicado após o florescimento. Este resultado mostra que o resíduo A afeta o enraizamento das plantas de tomate dependendo da fase do ciclo da cultura em que foi aplicado.

Esse efeito de incremento no enraizamento observado nos tratamentos com o resíduo A corrobora com Ferrini; Nicese (2002) os quais estabelecem que a utilização de produtos bioestimulantes auxiliam na produção de raízes, principalmente quando o solo possui baixa fertilidade e disponibilidade de água.

Cato (2006) avaliou o efeito da aplicação foliar isolada de giberelina, auxina e citocinina e também da aplicação foliar combinada desses reguladores, na forma do bioestimulante Stimulate®, em diversas concentrações sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Micro-Tom. O autor verificou que a aplicação na forma combinada (bioestimulante) resultou em incrementos significativos sobre o acúmulo de massa da matéria seca de raízes, com relação ao controle.

O tratamento que apresentou maior valor para massa seca de raiz (T2) também foi o que apresentou o maior número de frutos, demonstrando uma possível relação entre sistema radicular bem desenvolvido e um melhor desempenho da planta, concordando com o estabelecido por Tavares e Castro (2005).

Deve-se destacar que os tomateiros estavam cultivados em vasos, com isso as raízes tiveram seu crescimento limitado fisicamente pelos vasos. Novos experimentos sem essa restrição devem ser realizados com a finalidade de confirmar os resultados aqui obtidos.

## 5.2 Bioteste em sementes de soja

Na Tabela 5.7 são apresentados os resultados obtidos da avaliação decorrente da aplicação de diferentes concentrações do resíduo A em sementes de soja submetidas a germinação em condições controladas. As variáveis analisadas foram o percentual de germinação (G), comprimento médio da radícula (CR), comprimento médio da parte aérea (CPA).

Tabela 5.7 - Resumo das análises de percentagem de germinação (G), comprimento da radícula (CR), comprimento da parte aérea (CPA) de sementes de soja tratadas com diferentes concentrações do resíduo A.

Tratamentos mL/kg	Resíduo A				
	% G	CR (cm)	CR %	CPA (cm)	CPA %
0	86,67	10,33 b	0,00	10,30 bcd	0,00
2	81,33	11,63 ab	12,58	12,22 a	18,64
4	80,00	13,01 a	25,94	10,99 abc	6,70
6	80,00	13,01 a	25,94	11,04 ab	7,18
8	78,67	10,50 b	1,65	9,70 cd	-5,83
10	72,00	10,29 b	-0,39	9,28 d	-9,90

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se nos testes de germinação que a aplicação do resíduo A produziu efeito inibitório da germinabilidade das sementes com aumento das concentrações (Tabela 5.7). Para a concentração de 10 mL de resíduo por kg de semente foi observado o maior efeito inibidor de 14,67 % com relação ao controle. Sendo que para as demais concentrações as diferenças com relação ao controle foram pequenas, não sendo significativas ao teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Para o comprimento da radícula os resultados obtidos mostram um aumento nessa variável até a concentração de 6 ml. Nas maiores concentrações foi observada uma diminuição do comprimento, porém essa diminuição não foi significativa. O maior incremento no enraizamento foi de 25,94% para as doses de 4 e 6 mL do resíduo por Kg de semente (Tabela 5.7). Assim como para o comprimento da radícula o comprimento da parte aérea também mostrou um incremento nas medidas com o aumento da concentração do resíduo, até a concentração de 6 ml por kg de semente. Essa variável apresentou um aumento no comprimento de 18,64% para a concentração de 2 ml por kg de semente e uma inibição da parte aérea de 9,90% com relação ao controle, para a maior concentração testada.

Os ensaios com o resíduo B (Tabela 5.8) mostraram a mesma tendência no comportamento da variável germinação, com uma inibição dessa variável de 12% com relação ao controle, para a concentração de 10 mL de resíduo por kg de semente.

Tabela 5.8 - Resumo das análises de porcentagem de germinação (G), comprimento da radícula (CR), comprimento da parte aérea (CPA) de sementes de soja tratadas com diferentes concentrações do resíduo B.

Tratamentos (mL/kg)	Resíduo B				
	% G	CR (cm)	CR %	CPA (cm)	CPA %
0	86,67	9,85 bc	0,00	10,08 ab	0,00
2	80,00	8,96 bc	-9,04	10,79 a	7,04
4	84,00	7,96 c	-19,19	10,16 ab	0,79
6	82,67	10,11 ab	2,64	10,04 ab	-0,40
8	78,67	11,90 a	20,81	9,65 ab	-4,27
10	74,67	9,77 bc	-0,81	9,13b	-9,42

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável comprimento da radícula os resultados obtidos mostram um aumento dos valores dessa variável para as concentrações de 6 e 8 mL, sendo a concentração de 8 mL a que apresentou o maior efeito estimulante (20,81%) do resíduo sobre as sementes nas condições ensaiadas. Também foi observado um efeito inibidor de 19,18% quando aplicado na concentração de 4 mL/por kg de semente. Para a maior dose testada não foi observado um efeito significativo do resíduo sobre o comprimento da radícula das plântulas de soja nas condições ensaiadas. Assim como para o comprimento da radícula o comprimento da parte aérea também apresentou um incremento nas medidas para as menores concentrações testadas, sendo significativo apenas para a menor concentração avaliada (2 mL), onde observou-se um incremento de 7,04% com relação ao controle. Para a maior concentração avaliada observou-se uma inibição do crescimento da parte aérea de 9,42% com relação ao controle, nas condições do experimento.

Segundo Brasil (1992), o valor mínimo para a germinação é de 80%, valores iguais ou superiores a esse caracterizam a ausência de efeitos danosos sobre esse parâmetro. O maior valor observado para germinação foi no controle 86,67%, porém para as concentrações de 2, 4 e 6 ml dos resíduos também foram encontrados valores iguais ou superiores ao mínimo estabelecido pela literatura. Nos ensaios nas concentrações de 8 e 10 mL/kg de semente foram

obtidos valores inferiores a 80%, mostrando, portanto que alguma substância presente na composição dos resíduos interferiu na germinação das sementes de soja.

Encontra-se estabelecido na literatura (SERCILOTO, 2002) que aplicação exógena de certos bioativadores em sementes promove sua germinação, por meio da estimulação da biossíntese e ação de enzimas hidrolíticas necessárias a este processo metabólico. Em seu trabalho com sementes de soja, Castro (2006) confirmou o estabelecido na literatura, constatando que a germinação torna-se beneficiada pelo estímulo na atividade enzimática provocada pelo tiametoxam.

Observou-se, que o tratamento com os resíduos (A e B) nas condições do ensaio realizado inferiu de forma negativa no processo germinativo das sementes de soja, indicando que alguma substância presente na composição dos resíduos possui um efeito inibidor sobre a fase germinativa.

Esse efeito inibitório sobre a germinação pode estar relacionado a presença de alcaloides nos resíduos que foram avaliados, pois segundo Motidome et al. (1970), Frank (1990) e Smith et al. (1990) os alcaloides presentes na plantas do gênero *Solanum*, tais como a solanina, solamargina e solasodina podem atuar como aleloquímicos.

Estudos realizados em laboratório com sementes de café mostraram que as sementes liberam cafeína durante a germinação, podendo a liberação desse alcaloide causar a auto inibição da germinação das sementes (MAZZAFERA et al. 1996).

No comprimento da raiz as sementes tratadas com os resíduos apresentaram diferenças significativas quando comparada com o controle. Esse efeito dos resíduos de aumentar o comprimento das raízes, corrobora com o efeito enraizador verificado por Tavares et al.(2007) para a cultura de soja ao testar o efeito bioativador do produto thiametoxan no tratamento de sementes.

Ao testar o efeito de um bioestimulante comercial Cato (2006), também obteve resultados de incremento no comprimento da raiz e no comprimento da parte aérea de plântulas de amendoinzeiro. Para esse autor esse efeito tonificante esta associado a interação entre auxinas, citocininas e giberelinas as quais fazem parte da composição do bioestimulante testado.

Já Leite et al. (2003), descreveram uma inibição inicial no comprimento das raízes e na emergência de plântulas de soja tratadas via semente com giberelina e citocinina, porém com o decorrer do experimento essas diferenças no crescimento radicular desapareceram.

Os maiores efeitos sobre as plântulas de soja foram sobre o enraizamento, as concentrações dos resíduos onde se observou os maiores incrementos no comprimento da raiz primária foram de 6 e 8 mL de resíduo por kg de semente respectivamente para o resíduo A e B, sendo o resíduo A o que apresentou o maior aumento nessa variável (25,94%). Isso mostra que de forma geral as raízes apresentam-se mais sensíveis a ação dos aleloquímicos quando comparadas com a parte aérea, concordando com o que foi relatado na literatura por Chon et al. (2000); Ferreira; Áquila (2000) e Batish et al. (2002).

O incremento de 25,94% no comprimento radicular obtido neste estudo foi bem superior ao que Vieira; Castro (2001) encontraram ao avaliar os efeitos do produto comercial Stimulate<sup>®</sup> sobre o crescimento de raiz da soja.

Rosolem (1997), também obteve efeito significativo sobre o comprimento radicular de plantas de feijoeiro, quando pulverizou o bioestimulante Stimulate nas concentrações de 50, 100 e 200 ml/50 kg de sementes, sem associação com os micronutrientes, em sementes e após a emergência das plântulas.

Os resultados obtidos para o comprimento radicular das plântulas de soja tratadas com os resíduos mostram um aumento nessa variável, esse vai de encontro ao estabelecido por Tavares e Castro (2005). Para esses autores quanto maior for o desenvolvimento das raízes da soja melhor será a absorção de nutrientes, com a consequente elevação da área foliar, favorecendo a expressão do vigor das plantas.

Para o comprimento da parte aérea os dois resíduos apresentaram incrementos dessa variável, sendo a concentração de 2 mL do resíduo A por kg de semente a que apresentou aumento estatisticamente significativo (18,64%) com relação ao controle. Esse aumento no comprimento da parte aérea foi inferior aos 25,94% obtidos para comprimento de raiz encontrados neste estudo, o que pode ser justificado conforme Chon et al. (2000); Ferreira; Áquila (2000); Batish et al. (2002), pelo fato das raízes serem mais sensíveis a ação dos aleloquímicos quando comparadas com a parte aérea.

Com os testes feitos nas sementes de soja pode-se observar que, quanto a germinação os dois resíduos apresentaram um efeito inibitório sobre a germinação, sendo que o resíduo A apresentou uma inibição 2,67% maior que o resíduo B.

Quanto ao comprimento da raiz o resíduo A foi o que apresentou o maior efeito bioestimulante sobre essa variável, sendo 5,13% superior quando comparado com o resíduo B. Quando comparado o efeito dos resíduos A e B com relação a variável comprimento da parte aérea o resíduo A mostrou um incremento 11,6% superior que o B para essa avaliação.

Com base nos resultados obtidos podemos observar que os dois resíduos testados apresentaram efeito sobre as variáveis analisadas demonstrando o potencial desses resíduos quanto a um possível efeito tonificante sobre a cultura de soja. Como os ensaios realizados nesta pesquisa foram apenas em sementes ainda não é possível afirmar a existência desse potencial tonificante sobre a cultura da soja, sendo necessária a realização de testes em ciclo completo para comprovação desse potencial.

## 6 CONCLUSÃO

Nas condições experimentais em que foi realizado o presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que:

- Os resíduos gerados durante a produção de etanol a partir de batata são promissores para serem usados na cultura de tomate. E quando aplicados via foliar nessa cultura contribuem para o aumento do número de frutos formados, assim como auxiliam na fixação das flores.
- A melhor técnica para aplicação dos resíduos A e B é durante todo o ciclo da cultura de tomate, com aplicações semanais durante todo ciclo da planta.
- Quanto à germinação das sementes de soja, os resíduos apresentaram um efeito inibitório sobre essa variável, mostrando que esta forma de aplicação não é a mais indicada para essa cultura. Já quanto ao comprimento da raiz os dois resíduos apresentaram um efeito tonificante. Para o comprimento da parte aérea também foram constatados aumentos para essa variável.
- Os resíduos avaliados apresentam um potencial promissor para serem utilizados como bioestimulantes na agricultura.

## **7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Com os resultados obtidos surgiram diversas perspectivas para novos trabalhos a serem desenvolvidos visando maiores informações quanto a aplicação dos resíduos gerados durante a produção de etanol a partir de batata, sendo algumas destas enumeradas a seguir:

- Caracterizar os resíduos gerados durante a produção de etanol de batata para relacionar os efeitos estimulantes com os componentes do resíduo;
- Repetir as condições ensaiadas com a cultura de tomate, porém em condições de campo sem restrição de volume de solo;
- Avaliar os efeitos da aplicação dos resíduos em diferentes doses e maiores intervalos de aplicação na cultura de tomate;
- Realizar biotestes em plantas de soja para avaliar os efeitos dos resíduos quando aplicados em diferentes concentrações em varias fases do ciclo dessa cultura.
- Definir uma formulação por meio da adição de micronutrientes visando uma composição comercial do bioestimulante a base dos resíduos.

## 8 REFERÊNCIAS

- ABBA- Associação Brasileira da Batata. **Descartes de Batata**. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista19\\_012.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista19_012.htm)>. Acesso em nov.2011.
- ABBA- Associação Brasileira da Batata. **Álcool combustível a partir da batata**. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista18\\_019.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista18_019.htm)>. Acesso em ago. 2011.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética / Agência Nacional de Águas; Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; União da Indústria da Cana-de-açúcar; Centro de Tecnologia Canavieira – Brasília, 2009.
- AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W. **Biotechnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos**. Vol. 03. Edgard Blucher Ltda. São Paulo- SP, Brasil, 2001.595p.
- ARAÚJO, R. S. et al. Cultura do feijoeiro comum no Brasil, **Potafós**, Piracicaba, 1996. 786 p.
- ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York, Chapman e Hall. 1995, 332 p.
- BALSALOBRE, M. A. **Batata, beterraba, cenoura e nabo**. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos. 6. 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba. Peixoto, A.M., Moura, J.C., Faria, V.P. (ed.) FEALQ. 1995. p.99-122.
- BATISH, D.R. et al. Allelopathic effects of parthenin against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. 2002.
- BELMONT, K. P. de C. et al. Ação de fitorregulador de crescimento na germinação de sementes de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4, 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. CD ROM.
- BERTOLIN, D. C. et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

BISOGNIN, D. A. **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Departamento de Fitotecnia. 1996. 64p.

BRACCINI, A. L. et al. Emergência das plântulas e componentes da produção de sementes em resposta a diferentes doses e formas de aplicação do bioestimulante Stimulate 10X na cultura da soja. In: reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, Cornélio Procópio. **Resumos Londrina**: Embrapa soja, 2005. p.565-566.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BUSHWAY, R. J.; PONNAMPALAM, R.  $\alpha$ -Chaconine and  $\alpha$ -Solanine content of potato products and their stability during several modes of cooking. **Journal of agricultural and food chemistry**. Washington, v.29, n. 4, p. 814-817, 1981.

CAMACHO, I. A. O. **Caracterização dos resíduos do processamento de Mandioca para produção de bio-etanol e sua utilização na alimentação de aves**. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009.

CAMILI, E. A. **Tratamento da manipueira por processo de flotação sem uso de agentes químicos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Agronomicas)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

CAMPOS, L. **Obtenção de extratos de bagaço de uva Cabernet Sauvignon (Vitis vinifera): parâmetros de processo e modelagem matemática**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CASSILLAS, V. J. C. et al. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes em el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronômica**, Palmira, v. 36, n. 32, p. 185 -195, 1986.

CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, out. 2008.

CASTRO, P. R. C. Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical. Piracicaba: **Potafós**, 2006. 46 p. (Série produtor rural, n. 32).

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoizeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas.** 2006. 73 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da estatura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5 - triiodobenzóico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, mai-jun, 2006.

CEREDA, M. P. Manejo, uso e tratamento da industrialização da mandioca. Cargill, 2000.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Avaliação do Potencial Poluidor da Agroindústria Sucroalcooleira na 7ª Zona Hidrográfica do Estado de São Paulo. 1986. 88p.

CHON, S.U.; COUTTS, J. H.; NELSON, C. J. Effects of light, growth media, and seedling orientation on biossays of alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**. v. 92, p. 715-720, 2000.

CRISPIM, J. C. Manual da produção de aguardente de qualidade. Guaíba, Agropecuária. 2000, 336p.

DAN, L. G. de M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DOURADO NETO, D. et al. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 11, p. 93-102, 2004.

EDMONDS, J. M.; CHWEYA, J. A. Black nightshades – *Solanum nigrum* L. and related species. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.15. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy (1997).

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, p. 175-204, 2000. Edição especial.

FERREIRA, L. A. et al. Bioestimulante e Fertilizante Associados ao Tratamento de Sementes de Milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

FERRINI, F.; NICESE, F. Response of english oak (*Quercus robur* L.) trees to biostimulants application in the urban environment. **Journal of Arboriculture, Illinois**, v. 28, n. 2, p. 70-75, 2002.

FIESER, L.F; FIESER M. Steroids. Reinhold Publishing Corporation. New York – Chapman & Hall, 1959, LTD. London.

FIGUEIRÓ, A. A. detecção de *Ralstonia solanacearum* em tubérculos de batata através de PCR qualitativa e quantitativa. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FIORETTO, R.A. **Efeito da manipueira aplicada em solo cultivado com mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz)**. 1985. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. Classificação e descrição botânica. In: **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. EMBRAPA. Informação tecnológica. Brasília, Distrito Federal, 2003.

FRANK, J.R. Influence of horsenettle (*Solanum carolinense*) on snapbean (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Science** v. 38, p. 220-223, 1990.

FRIEDMAN, M. Analysis of biologically active compounds in potatoes (*Solanum tuberosum*), tomatoes (*Lycopersicon esculentum*), and jimson weed (*Datura stramonium*) seeds. **Journal of Chromatography A**. v. 1054: p. 143-155, 2004.

FRIEDMAN, M.; DAO, L. Distribution of glycoalkaloids in potato plants and comercial potato products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, WASHINGTON, v.40, n. 3, p. 419-423, Mar, 1992.

FRIEDMAN, M.; RAYBURN, J. R.; BANTLE, J. A. Developmental toxicology of potato alkaloids in the frog embryo teratogenesis assay – *Xenopus* (FETAX). **Food and Chemical Toxicology**. EUA, v. 29, n. 8, p. 537-547, 1991.

FUKUHARA, K., SHIMIZU, K.; KUBO, I. Arudonine, an allelopathic steroidal glycoalkaloid from the root bark of *Solanum arundo* Mattei. *Phytochemistry*. v. 65, p. 1283-1286, (2004).

GASI, T. M. T.; SANTOS, J. A. de O. Aspectos do lançamento de vinhaça sobre o solo. São Paulo (BR), USP/FSP, 1984. 47p.

GATTI, A. B. et al. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**. v. 18, n. 3, p. 459-472, 2004.

GILBERT, L.E. Food web organization and the conservation of neotropical diversity. In: Soulé, M.E. & B.A. Wilcox, Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective. Sunderland, Sinauer Associates. 1980.

GONÇALVES M.C.R., DINIZ, M.F.F.M., BORBA, J.D.C., NUNES, X.P. & BARBOSA-FILHO, J.M. Berinjela (*Solanum melongena* L.) – mito ou realidade no combate as dislipidemias? **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.16, p.252 – 257, 2006.

GRIMM, E. L. Efeito de diferentes níveis de irrigação na produtividade e ocorrência de requeima na cultura da batata. 2007. 72 f. dissertação (Mestrado em engenharia agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

JUNGLAUS, R. W. **Aplicação de bioestimulante vegetal sobre o desenvolvimento de pepineiro (*cucumis sativus*) enxertado e não enxertado**. 2008, 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

KEBRO, T. H.; BURSON, B. L.; FINLAYSON, S. A. Phytochrome B represses teosinte branched expression and induces sorghum axillary bud outgrowth in response to light signals. **Plant Physiology**, Rockville, v. 140, p. 1109-1117, 2006.

KODAMATANI, H., SAITO, K., NIINA, N., YAMAZAKI, S. & TANAKA, Y. Simple and sensitive method for determination of glycoalkaloids in potato tubers by high-performance liquid chromatography with chemiluminescence detection. **Journal of Chromatography A**. v. 1100, P. 26 - 31, 2005.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed science research**, Wallingford, v. 15, p. 281-307, 2005.

LAMAS, F. M. **Reguladores de crescimento**. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Algodão: Tecnologia de produção. Dourados: Embrapa agropecuária do Oeste, 2001.

LEITE, V.M.; ROSOLEM, C.A.; RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agricola*, v.60, p.537-541, 2003.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte fibras dietéticas. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 19, n. 2, p. 241-245, mai. 1999.

LI, X. Q. Processing and Value Addition. In: J. Gopal, S. M. P. Khurana (Eds.), *Handbook of Potato Production, Improvement, and Postharvest Management*, 2006 p. 523–555. Food Products Press, New York.

MACHADO, C. M. M. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de hormônio vegetal (ácido giberélico – ga3) por fermentação no estado sólido em resíduos agroindustriais brasileiros: relação da produção de ga3 em biorreator piloto e bioensaios em mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*)**. 2002. Tese (Doutorado em Processo Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

MACHADO, R.M.D.; TOLEDO, M.C.F. Determinação de glicoalcalóides em batatas in natura (*Solanum tuberosum* L.) comercializadas na cidade de Campinas, Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24, n. 1, p. 47-52. jan./mar. 2004.

MAGA, J. A. Potato glycoalcaloids. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutritional**, v. 12, n. 4, p. 371-405, July, 1980.

MARCOCCIA, R. **A participação do etanol brasileiro em uma nova perspectiva na matriz energética mundial**. 2008. Dissertação (Mestrado em Energia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Piracicaba: FEALQ. 230p, 1987.

MAZZAFERA, P.; YAMAOKA-YANO, D. M.; VITÓRIA, A. P. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.8, n.1, p.67-74, 1996.

McDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

MENEZES, T. J. B. **Etanol o combustível do Brasil**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres Ltda, 1980. 229 p.

MORRIS, S. C.; LEE, T. H. The toxicity and teratogenicity of Solanaceae glycoalkaloids, particularly those of potato (*Solanum tuberosum*): A review. Food Technology in Australia, north Sydney, v. 36, n. 3, p. 118-124, mar., 1984.

MOTIDOME, M.; LEEKNING, M. E.; GOTTLIEB, O. R. A química das Solanaceas brasileiras In: A presença de solamargina e de solasodina no juá e na lobeira. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** v. 42, p. 375-376, 1970.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999.

OKAMURO, J. K. et al. Photo and hormonal control of meristematic identity in the *Arabidopsis* flower mutants *apetala 2* and *apetala 1*. **The plant cell**, Baltimore, v. 9, p. L37-47, 1997.

OLSEN, H.S. Potato processing in a multipurpose production plant. 2005. Disponível em: <<http://www.novozynes.com/library/Publication/Biotimes>>. Acesso em: fev. 2011.

OLIVEIRA, P. D. de; PASQUAL, M.; LOPES, P. A. Efeito de citocininas e auxinas sobre a formação de calos em cultura in vitro de anteras de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Eriparza. Revista Ceres, v. 41, n. 238, p.651-7, 1994.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; SANTOS, S. O. Efeito de fitorreguladores sobre o desenvolvimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv Carioca. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 7-13, 1999.

PALANGANA, F. C. **Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimenteiro (*capsicum annum* L.) enxertado e não enxertado sob cultivo protegido**. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu, 2011.

PEREIRA, E.M.S.; LUZ, J.M.Q.; MOURA, C.C. A batata e seus benefícios nutricionais. Uberlândia: EDUFU, 2005. 60p.

PONTE, J. J. da; FRANCO, A.; SANTOS, J. H. R. Eficiência da manipueira no controle de duas pragas da citricultura. In: Congresso Brasileiro de Mandioca. **Anais Sociedade Brasileira de Mandioca**, p.59, Recife, 1992.

PONTE, J. J. da; FRANCO, A. Manipueira, um nematicida não convencional de comprovada potencialidade. **Publicação da Sociedade Brasileira de Nematologia**. v. 5, 1981.

QUILES, M. J.; CUELLO, J.; SABATER, B. Phytochrome and hormonal control of polypeptides synthesized by chloroplasts of senescent barley leaves. **Revista espanhola de fisiologia**, Barcelona, v. 46, p. 279-282, 1990.

REZENDE V. M. Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de farelo de "batata diversa". *Ciência e agrotecnologia*. Lavras, v.31, n. 2 mar/apr. 2007.

ROSOLEM, C.A. Stimulate em tratamento de sementes de feijão. Botucatu: UNESP, Depto. Agricultura e Melhoramento Vegetal, 1997. 5p. Relatório Técnico.

ROSSETO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S. B. (Ed). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987, v.2, p.435-504.

RUANO, L. P. et al. Efeitos de ácido giberélico no aumento da produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv mineira. *Poliagro*, 1997, v.1, n.2, p.35.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Virgilio González Velázquez. México grupo editorial, iberoamérica, 1994, 759 p.

SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v.17, n.3, p.124-130, 2005.

SANTOS, M. B. **Proposta metodológica para o planejamento do uso agrícola da vinhaça, considerando os seus aspectos ambientais, por meio de sistema de informações geográficas**. 2000, 237 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

SERCILOTO, C.M. Bioativadores de Plantas. *Revista Cultivar HF*, v.13, p.20-21, 2002.

SILVA, M. A. da, GRIEBELER, N. P., BORGES, C. Uso de Vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 11, n. 1 p. 108-114, 2007.

SILVA, T. M. S., CÂMARA, C. A., AGRA, M. F., CARVALHO, M. G., FRANA, M. T., BRANDOLINE, S. V. P. B., PASCHOAL, L. S.; BRAZ-FILHO, R. Molluscicidal activity of Solanum species of the Northeast of Brazil on Biomphalaria glabrata. **Fitoterapia**. v.77, p. 449 – 452, 2006.

SILVEIRA, M. A. (coord.). **Boletim Técnico** – UFT, Palmas, Brasil, 2008.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2004.

SINGH J.; KAUR L. **Advances in Potato Chemistry and Technology**. 1st ed. Oxford: Elsevier, 2009.

SLANINA, P. Solanine (glycoalkaloids) in potatoes: toxicological evaluation. **Food and chemical toxicology**, Oxford, v. 28, n. 11, p. 759-761, nov., 1990.

SMITH, B. S.; et al. Interference from established stands of silverleaf nightshade (Solanum elaeagnifolium) on cotton (Gossypium hirsutum) lint yield. **Weed Science**. v. 38, p. 129-133, 1990.

SMITH, D. B.; RODDICK, J. G.; JONES, J. L. Potato glycoalkaloids: some unanswered questions. *Trends in Food Science e Technology*, Oxford, v. 7, n. 4, p. 126-131, apr., 1996.

SOUZA, V.; CUNHA, V. S.; RODRIGUES, J. M. **Álcool Combustível**, Instituto Euvaldo Lodi – Série Indústria em Perspectiva, IEL, Brasília, 2008, cap. 10.

STOREY, M. (2007). The Harvested Crop. In: D. Vreugdenhil, *Potato Biology and Biotechnology Advances and Perspectives* p. 441–470. Elsevier, Oxford.

STUPIELLO, J. P. Matérias-Primas para a obtenção do Álcool; In: Furtado, J. S. **Fermentações industriais e Transformações Microbianas**. Sociedade Brasileira de Microbiologia. São Paulo. p 66-69. 1980.

SZWARC, A. **Álcool Combustível**, Instituto Euvaldo Lodi – Série Indústria em Perspectiva, IEL, Brasília, 2008, cap. 7.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal: Metabolismo secundário e defesa vegetal**. 3. ed., Porto Alegre. Artmed, 2004. 559p.

TAVARES, S.; CASTRO, P. R. C. Avaliação dos efeitos fisiológicos de Cruiser 35FS após tratamento de sementes de soja. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. Relatório técnico ESALQ/Syngenta, p.1-13, 2005.

TAVARES, S.; et al. Avaliação dos efeitos fisiológicos de tiametoxam no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, v. 82, p. 47-54, 2007.

VANDENBUSSCHE, F. et al. Reaching out of the shade. **Current opinion in plant biology**. London, v. 8, p. 462-468, 2005.

VIEIRA, E. L.; CASTRO P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de estimulante no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba: USP, Departamento de Ciências Biológicas, 3 p, 2002.

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e o arroz (*Oriza sativa* L.)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

VIEITES, R. L. Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**. v. 33, n. 8, p. 45-47, 1998.

WINK, M. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*. v. 64, p. 3-19, 2003.

WOSIACKI, G.; FIORETTO, A. M. C.; CEREDA, M. P. **Utilização da manipueira para produção de biomassa oleaginosa**. In: CEREDA, M.P. Resíduos da industrialização da mandioca. São Paulo: Paulicéia, 1994.

ZULLO, M.T.; ADAM, G. Brassinosteroid phytormones–structure, bioactivity and applications. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, n. 3, p. 143-181, 2002.