



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

NICHOLAS STEVEN KAAM

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE TRATAMENTO DE SEMENTES  
DE SOJA: TRATAMENTO INDUSTRIAL X TRATAMENTO *ON*  
*FARM***

CAMPINAS

2019



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**NICHOLAS STEVEN KAAM**

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE TRATAMENTO DE SEMENTES  
DE SOJA: TRATAMENTO INDUSTRIAL X TRATAMENTO *ON*  
*FARM***

Trabalho de Conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrícola à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

Orientadora: Juliana Aparecida Fracarolli

CAMPINAS

2019

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura  
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

K11a Kaam, Nicholas Steven, 1992-  
Avaliação qualitativa de tratamento de sementes de soja: tratamento industrial  
x tratamento on farm / Nicholas Steven Kaam. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Juliana Aparecida Fracarolli.

Coorientador: Daniel Albiero.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Cromatografia. 2. Sementes. 3. Sementes - Processamento. 4. Soja -  
Semente. I. Fracarolli, Juliana Aparecida, 1984-. II. Albiero, Daniel. III.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. IV.  
Título.

Informações adicionais, complementares

**Título em outro idioma:** Qualitative evaluation of soybean treatment: industrial treatment x on  
farm treatment

**Palavras-chave em inglês:**

Chromatography

Seed

Seeds - Processing

Soybean seed

**Titulação:** Engenheiro Agrícola

**Banca examinadora:**

Juliana Fracarolli

Daniel Albiero

Cezário Benedito Galvão

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 06-12-2019



## **AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA: TRATAMENTO INDUSTRIAL X TRATAMENTO *ON FARM***

Nicholas Steven Kaam

BANCA EXAMINADORA

.....  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Juliana Aparecida Fracarolli

.....  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup>. Daniel Albiero

.....  
Mestre Cezário Benedito Galvão

## DEDICATÓRIA

A Deus pelo seu eterno amor e cuidado.

Aos meus pais, Maurice e Sonia e ao meu irmão Anthony por sempre me apoiarem em todos os momentos da minha vida, por acreditarem sempre em meu potencial mesmo nos momentos mais complicados em que pensei em desistir. Agradeço a Deus pela vida de vocês. Vocês sempre serão a minha força para seguir frente lutando a cada dia, a minha base, exemplo de vida, inspiração e referência de caráter e princípios. Serei eternamente grato. Amo vocês!!

A minha namorada Jéssica, pelo suporte, apoio, paciência, parceria, amor e carinho ao longo destes 5 anos. Obrigado por estar ao meu lado em todos os momentos.

A minha orientadora Juliana Aparecida Fracarolli, pela sua disponibilidade, orientação e profissionalismo ao longo do desenvolvimento do projeto.

Ao meu gestor Maurício Chiarini Amade pelo suporte, apoio, inspiração para a realização deste projeto, e principalmente por ter me proporcionado a oportunidade de trabalhar na área de tratamento de sementes. Serei eternamente grato, não apenas por essa chance mas também por cada ensinamento, por cada conversa e por cada conselho. Sua participação foi fundamental. Obrigado meu amigo.

Ao gerente global do Bayer SeedGrowth Ricardo Otranto pelo apoio, orientação e por me incentivar a realizar este trabalho mesmo nos momentos mais difíceis. Obrigado por cada sugestão e por cada conselho, a sua participação também foi fundamental para a realização deste projeto. Obrigado meu amigo.

Aos demais colegas do Bayer SeedGrowth, Bruno Lemes, Danila Conceição, Geraldo Costa, Guilherme Crubellati e Michelly Rocha por todo o suporte e conselhos ao longo deste projeto.

Aos meus colegas de faculdade, Diego Frangiotti, Matheus Sevillano Marcondes, Paulo Brambilla, Lucas Barreira, Vitor Tittoto, Paulo Ferreira, David Oliveira Ramim e Pâmela Betin pelo apoio e companheirismo, o caminho foi desafiador e juntos superamos dia a dia cada etapa, obrigado amigos. Me tornar Engenheiro Agrícola ao lado de vocês, gigantes, é uma honra.

Aos funcionários da Feagri/Unicamp pela disponibilidade e suporte e a todos que utilizarem esta obra como fonte de estudo.

## RESUMO

Com o aumento da demanda de alimentos devido ao incremento exponencial da população, abriu-se margem para o Brasil explorar e aprimorar métodos e tecnologias para os sistemas de produção de sementes de soja. Para tal o país teve que buscar por inovações e evoluções tecnológicas, aproximação entre academia, campo e indústria para que houvesse a expansão das fronteiras produtivas e o consequente fortalecimento de sua produtividade. Sabe-se que as áreas de plantio de soja e as produtividades vêm aumentando nas últimas décadas e para gerenciar e sustentar este crescimento são grandes os desafios que a cadeia produtiva da soja terá de enfrentar. Entre os desafios estão os fatores relacionados ao Tratamento de Sementes. O alto investimento em agroquímicos de alta eficiência acoplado a sistemas de engenharia de aplicação precisos permitiram e foram determinantes no aumento da produtividade. Apesar de reduzidas as perdas, sabe-se que a ocorrência de pragas e insetos ainda são fatores significantes e que acarretam na perda significativa de produtividade. Logo torna-se necessário o aprimoramento e o desenvolvimento de estudos que auxiliem na proteção das sementes de soja. O tratamento de sementes se apresenta como parte de um pacote integrado de soluções tecnológicas propiciando maior segurança as sementes no seu estágio inicial. Como parte deste pacote integrado encontra-se o Tratamento de Sementes Industrial e o Tratamento de Sementes ON Farm, realizado na propriedade agrícola. Para que se possa aferir a qualidade do tratamento deve-se levar em consideração tanto critérios operacionais quanto critérios técnicos de análise de sementes. O presente projeto possui o objetivo de avaliar, analisar e caracterizar diferentes tipos tratamento de sementes: Tratamento On Farm x Tratamento Industrial, no que tange ao teste de Cromatografia líquida de alta eficiência. Vale ressaltar que o estudo foi realizado utilizando-se a avaliação de resultados de testes de Cromatografia líquida de alta eficiência de sementes provenientes de máquina de tratamento industrial x teste com máquina de tratamento On Farm.

**Palavras - chave:** cromatografia, ingrediente ativo, máquinas.

## ABSTRACT

With the increase in food demand due to the exponential increase in population, there was room for Brazil to explore and improve methods and technologies for soybean seed production systems. For such, the country had to search for innovations and technological evolutions, approximation between academy, field and industry in order to expand the productive frontiers and the consequent strengthening of their productivity. It is known that soybean areas and yields have been increasing in recent decades and to manage and sustain this growth are major challenges that the soybean production chain will face. Challenges include factors related to Seed Treatment. High investment in high efficiency agrochemicals coupled with precise application engineering systems has enabled and been instrumental in increasing productivity. Although the losses are low, it is known that the occurrence of pests and insects are still significant factors and lead to significant loss of productivity. Soon, it is necessary to improve and develop studies that help protect soybean seeds. Seed treatment is presented as part of an integrated package of technological solutions providing greater seed security at its early stage. As part of this integrated package you will find Industrial Seed Treatment and ON Farm Seed Treatment, carried out on the farm. In order to measure the quality of treatment, both operational and technical seed analysis criteria should be taken into account. The present project aims to evaluate, analyze and characterize different types of seed treatment: On Farm Treatment x Industrial Treatment, with regard to the High Performance Liquid Chromatography test. It is noteworthy that the study was conducted using the evaluation results of tests of high performance liquid chromatography of seeds from industrial treatment x tests with On Farm machines.

**Keywords:** chromatography, active ingredient, machines.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b>	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
3.1. Objetivo Geral	12
3.2. Objetivos Específicos	12
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
4.1. Os Sistemas de Produção de Soja	13
4.2. Patógenos em Sementes de Soja	14
4.3. Tratamento Industrial x Tratamento On Farm	16
4.3.1. <i>Princípio de Funcionamento: Máquina de Tratamento On Farm</i>	18
4.3.2. <i>Princípio de Funcionamento: Tratamento de Sementes Industrial</i>	19
4.3.3. <i>Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE ou HPLC)</i>	22
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>27</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>31</b>
6.1. Teste de cromatografia líquida de alta eficiência	31
6.2. Análise estatística dos dados	32
<b>7. CONCLUSÃO</b>	<b>36</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se por ser um dos maiores produtores de alimento do mundo com potencial para ser o maior produtor devido aos seus diversos recursos: condições climáticas, água, vasto território com solos férteis, fatores que favorecem a diversificada e vasta produção de alimentos, entre outros. Neste cenário destaca-se a produção de soja. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), para o ano de 2019 a produção de soja foi estimada em 113,8 milhões de toneladas com área de plantio de 35 milhões de hectares, mesmo apresentando redução de aproximadamente 4% em relação à safra anterior, podendo alcançar a terceira maior série da história (CONAB, 2019).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), o Brasil deverá passar os Estados Unidos como maior produtor de soja na próxima década e vale reforçar ainda que a produção de soja no Brasil deverá crescer 2,6% ao ano frente aos principais produtores: Argentina (2,1% por ano) e os Estados Unidos (1% ao ano), isto deve-se ao fato do Brasil dispor de mais terras para plantio (CONAB, 2017).

No entanto apesar da elevada produção, o país está inserido no contexto de um país tropical, como altas taxas de umidade e temperatura elevadas, sendo suscetível ao desenvolvimento de pragas e patógenos em suas diversas culturas, tornando o alimento impróprio para o consumo e reduzindo sua qualidade (SINDIVEG, 2018).

Segundo a FAO em virtude do ataque de pragas e doenças, a produção agrícola mundial perde anualmente cerca de 20% a 40% de seus alimentos. Para a cultura da soja a importância econômica de cada doença varia de região e de ano para ano, as perdas anuais da produção são estimadas entre 15% a 20% e em alguns casos podem ocasionar perdas de quase 100% (SINDIVEG, 2018).

Com base nestes dados torna-se necessário a adoção de medidas que colaborem para a proteção das culturas, principalmente da cultura da soja com o objetivo de minimizar o ataque de organismos nocivos que possam reduzir drasticamente a qualidade e o desenvolvimento da cultura. Há diversas técnicas de tratamentos que podem ser aplicadas para o controle de pragas e doenças na fase inicial, bem como pulverização no sulco de semeadura ou aplicações foliares, no entanto essas técnicas estão sendo substituídas pelo Tratamento de Sementes devido a sua comodidade e eficácia.

O tratamento de sementes consiste na aplicação de produtos químicos e/ou biológicos de qualquer agente físico na semente com o objetivo de proteger as sementes contra o ataque de patógenos. O tratamento pode ser dividido em duas modalidades: Tratamento “*On Farm*” (TOF) e Tratamento Industrial (TSI). O Tratamento “*On Farm*” é a operação de aplicação de produto que não seja em um complexo industrial, por outro lado o Tratamento Industrial é a operação de aplicação de produto realizada em um complexo industrial. O Tratamento de sementes está baseado em 4 pilares são eles: 1. Sementes certificadas e com alto índice de germinação e vigor; 2. Equipamentos seguros e próprios para operações de tratamento; 3. Produtos seguros e dentro das doses de bula pré-estabelecidas e 4. Recursos humanos habilitados para as operações nos maquinários de tratamento.

Para que se possa aferir a qualidade do tratamento são realizadas algumas análises físico-químicas como: Testes de plantabilidade, fluidez, emissão de poeira, abrasão e principalmente o teste de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) que possui como objetivo mensurar o teor de princípio ativo presente nas sementes tratadas. As diferenças entre o Tratamento *On Farm* x Industrial são evidenciadas principalmente pelo teste de HPLC, devido aos diferentes métodos utilizados em cada tratamento. É notório que o TSI tende a ser mais preciso nas aplicações de produto graças aos processos industriais inseridos nas etapas de pré-tratamento e tratamento.

Por outro lado, o TOF tende a ser um processo simplificado e menos preciso devido aos princípios técnicos e operacionais distintos em relação ao TSI. No entanto, um dos principais desafios de ambos os tratamentos é obter resultados elevados de teor de princípio ativo nas sementes, para assim assegurar proteção contra os patógenos presentes em campo e garantir que os produtos foram aplicados adequadamente sob a superfície das sementes.

Neste sentido este projeto foi desenvolvido a fim de comparar os tratamentos *On Farm* x Industrial com base no critério de análise do teste de cromatografia líquida de alta eficiência com o objetivo de obter o melhor tratamento dentre as duas categorias apresentadas.

## 2. JUSTIFICATIVA

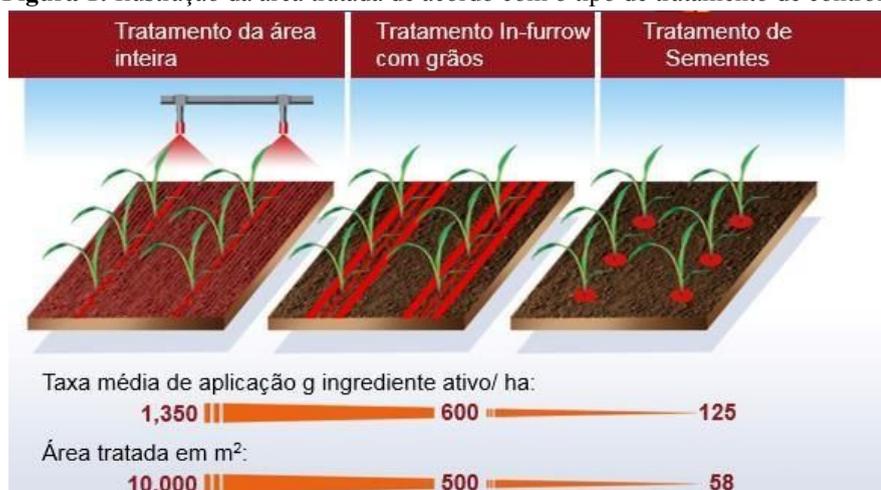
As pragas podem ser denominadas e classificadas como organismos nocivos que atacam e que podem transmitir doenças às plantas, reduzindo drasticamente a qualidade e a capacidade da cultura se desenvolver. As pragas variam de acordo com a cultura e podem ser: fungos, ácaros, vírus, parasitas, plantas daninhas, nematóides e insetos (SINDIVEG, 2018).

Com base nestes dados torna-se necessário a adoção de medidas que colaborem para o uso seguro dos defensivos agrícolas para que os alimentos estejam disponíveis para população tanto no que tange a questão da qualidade quanto a alimentos financeiramente acessíveis (SINDIVEG, 2018).

É importante destacar que para que haja o controle destes patógenos evitando prejudicar de forma irreversível o plantio, há uma série de medidas e ferramentas que podem ser adotadas como: rotação de culturas, destruição de restos naturais da cultura contaminada, alteração da época de plantio, destruição de hospedeiros alternativos, uso de armadilhas físicas, destruição manual, fomento dos inimigos naturais, feromônios, entre outros. Caso estas medidas que integram o MIP (Manejo integrado de pragas) não surtam efeito, torna-se imprescindível a utilização de defensivos agrícolas para controle e eliminação destes patógenos (SINDIVEG, 2018).

Há diversas técnicas de tratamentos que podem ser aplicadas para o controle de pragas e doenças na fase inicial, bem como pulverização no sulco de semeadura ou aplicações foliares, demonstrado na Figura 1. Em diversos casos, esses tipos de aplicações têm sido substituídas por Tratamento de Sementes, isto, devido a sua comodidade, eficácia e facilidade na operação (MENTEN & DEZORDI, 2014).

**Figura 1:** Ilustração da área tratada de acordo com o tipo de tratamento de controle.



Fonte: MENTEN & DEZORDI, 2014.

Segundo JOÃO NUNES (2016) aproximadamente 98% das sementes de soja e milho híbrido no Brasil, são tratadas com inseticidas e fungicidas. Neste sentido já estão inseridos os dois tipos de tratamento: Tratamento de Semente na Indústria (TSI) ou tratamento realizado na propriedade agrícola, ao qual denominamos “*On Farm*” (OF).

Ainda hoje, segundo especialistas, o método mais eficiente para o controle de patógenos nas fases iniciais da cultura da soja é o tratamento de sementes. A utilização do tratamento de sementes no Brasil mais que dobrou em seis anos. Pode-se afirmar que o valor de mercado aumentou de 360 milhões de dólares, no ano de 2009 para 870 milhões, na safra de 2014/2015 (NUNES, João, 2016).

É notório o desenvolvimento deste mercado em torno da percepção de valor apontada pelos atores da cadeia (sementeiros, cooperados, produtores e distribuidores) e o aumento gradativo da produtividade nas áreas em que o tratamento de sementes é adotado. Neste sentido, no cenário brasileiro destaca-se a cultura da soja, com um valor de produção estimado em aproximadamente 2 bilhões de reais anuais. Na segunda posição destaca-se a cultura do milho, com aproximadamente 910 de milhões de reais anuais. As demais culturas bem como: cereais de inverno, sorgo, arroz, feijão, algodão, amendoim, girassol, respondem a um valor de aproximadamente 450 milhões de reais (NUNES, João, 2016).

Ainda segundo JOÃO NUNES (2016) e NUNES & BAUDET (2012), o negócio do tratamento de sementes corresponde 5,33 bilhões de dólares anuais (nível global), sendo 38% na América do Norte, 24,6% na América do Sul, 26,4% na Europa e 11% na região Ásia-Pacífico.

Com base nos dados acima torna-se justificável a condução de estudos e o desenvolvimento de metodologias em busca de avaliar técnicas em torno de novas soluções, formulações, variedades e principalmente em torno dos equipamentos utilizados para as operações de tratamento de sementes, tanto no Tratamento Industrial quanto no *On Farm*, a fim de propiciar uma maior integração entre os atores da cadeia envolvidos no contexto de tratamento de sementes.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Por meio do teste da cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) avaliar a eficácia do Tratamento de Sementes de Industriais x Tratamento de Sementes *On Farm*.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

Por meio do teste da cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) avaliar a variação do teor de princípio ativo entre os Tratamentos de Sementes comparando o Tratamento de Sementes Industriais versus Tratamento *On Farm*.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Os Sistemas de Produção de Soja

Segundo dados da Associação Brasileira de Sementes de Soja - ABRASS de 2015, o Brasil produz mais de 1,5 milhões de toneladas de sementes de soja, cultivados em uma área com cerca de 1 milhão de hectares. Além disso, o mercado de soja no Brasil movimenta anualmente cerca de US\$ 1,3 bilhão de dólares, ou seja, mais de 35% de toda movimentação financeira do mercado nacional de sementes (ABRASS, 2015). Em 2018 Brasil, Estados Unidos e Argentina eram os responsáveis por 81,01% de toda a produção mundial de soja (Figura 2) (CONAB, 2018).

Figura 2: Produção Mundial de Soja 2018/2019.



Fonte: CONAB, 2018.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2017), há diversos fatores que atuam de forma significativa para que se possa atingir movimentações elevadas e altas taxas de produtividade. Para isso deve-se observar variáveis essenciais para a produção da cultura, bem como: técnicas de irrigação acopladas a estudos de quantidade de água que necessitam ser recebidas pela cultura, regulagem de equipamentos a fim de garantir o espaçamento adequado entre linhas, quantidade de sementes atrelada as densidades de plantio, entre outros.

Sabe-se também que cada região apresenta seus pontos críticos em relação às variáveis climáticas, índices pluviométricos, tipos de solo característico e índice de supressão de pragas, neste sentido é necessário a seleção correta de cultivares e variedades de sementes que atendam as necessidades do local. Além disso, a utilização de técnicas de manejo como: correção do solo, agricultura de precisão, rotação de culturas aliadas as interações acima citadas proporcionam a obtenção de um nível ótimo de produção (CONAB, 2017).

Para que uma empresa possa produzir sementes de soja, a mesma deve atender uma série de normas e protocolos com o objetivo de disponibilizar para o produtor uma semente certificada e de qualidade. Após a chegada na unidade de beneficiamento as sementes são direcionadas para um criterioso processo de classificação e são diferenciadas de acordo com: tamanho, peso, perfeição da circunferência e densidade. O processo de classificação possui como objetivo a obtenção de lotes uniformes para a comercialização das sementes e posterior tratamento, seja este industrial ou na propriedade agrícola (*On Farm*) (ABRASS, 2015).

Ao término do beneficiamento as sementes são resfriadas, armazenadas, tratadas Quimicamente (TSI) (opcional), e por fim ensacadas. Além disso, as sementes que não são aprovadas nos processos de classificação são comercializadas como grãos comuns e posteriormente seguem para descarte. Ainda segundo a ABRASS (2015), aproximadamente apenas cerca de 50% do que foi colhido nos campos de produção de sementes são disponibilizados para o mercado (comercialização).

Após o término do beneficiamento destaca-se a etapa de tratamento de sementes. O produtor pode optar por adquirir a semente previamente beneficiada e tratá-la na fazenda, ao qual denominamos tratamento *On Farm*. Há também opção do produtor optar por adquirir a semente previamente tratada, neste caso utilizando-se o TSI (Tratamento de Sementes Industriais). Em ambos os processos a semente irá para campo contendo defensivos agrícolas para protegê-la na fase inicial de cultivo.

## **4.2. Patógenos em Sementes de Soja**

Nos campos de produção de sementes e posteriormente na propriedade do produtor rural, as sementes são constantemente atacadas por patógenos e pragas. Esta associação nociva, além de causar danos severos nas lavouras é responsável também por inviabilizar o cultivo agrícola em áreas onde estes agentes ocorrem (SINDIVEG, 2018).

A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região e depende das condições climáticas de cada safra, as perdas anuais de produção são estimadas entre 15% a 20% e em alguns casos podem ocasionar perdas de quase 100% (Figura 3) (SINDIVEG, 2018).

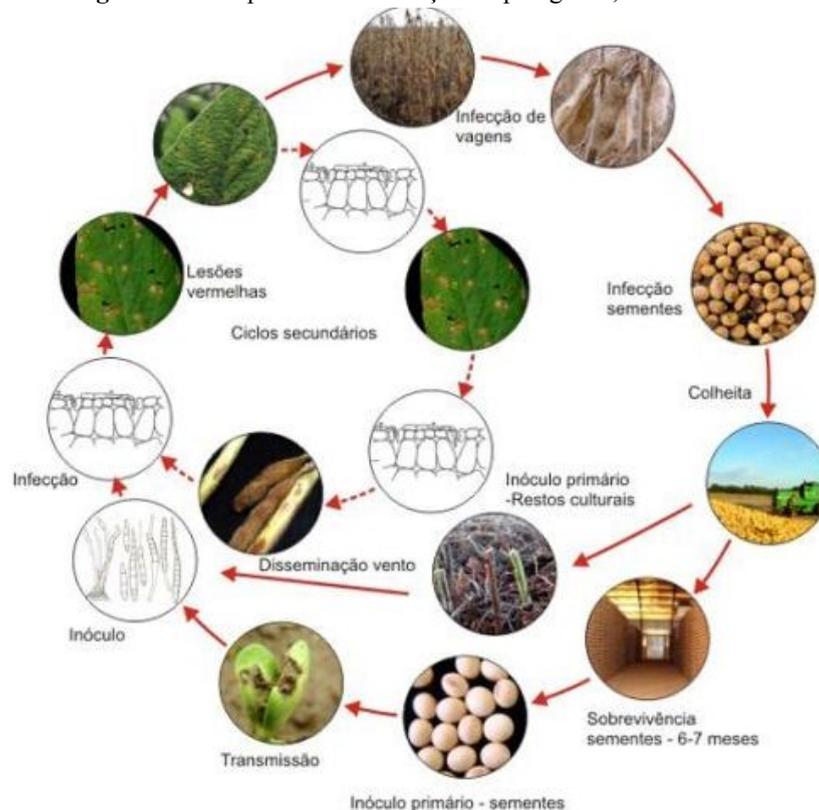
**Figura 3:** Perdas de Produtividade/ Agente Causador.

CULTURA	PRAGA/DOENÇA	AUTORES	MAIOR PERDA DE PRODUÇÃO	PERDA MÉDIA	MENOR PERDA DE PRODUÇÃO
SOJA	PERCEVEJO <sup>1</sup>	Corrêa-Ferreira et al (2013); Bueno et al (2015)	-21%	-10,6%	-2,4%
	HELICOVERPA ARMIGERA	Bonamichi et al (2015)	-36%	-32,8%	-28,3%
	MOSCA BRANCA ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Vieira et al (2013)	-30%	-22%	-12%
	FALSA MEDIDEIRA ( <i>Chrysodeixis includens</i> )	Schlick-Souza (2013)	-26%	-18,8%	-14%
	FERRUGEM ASIÁTICA ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> )	Godoy et al (2011, 2012, 2013, 2014, 2015)	-37,4%	-21,7%	-6,4%

Fonte: SINDIVEG, 2018.

Os patógenos em campos de produção de sementes são problemas que podem acarretar perdas significativas, conforme já citado anteriormente. A maioria dos patógenos que ocorrem no campo de produção podem ser transmitidos pelas sementes. Sabe-se também que os meios de transmissão dos patógenos são diversificados e são classificados de acordo com a sua respectiva localização na semente, podendo estar misturado e aderido a superfície da semente ou localizado em seu interior (Figura 4) (NUNES, José, 2016).

**Figura 4:** Exemplo de disseminação de patógenos, ciclo de Olho de rã.



Fonte: NUNES, José, 2016.

Além disso, determinados patógenos localizados no interior das sementes podem produzir infecções sistêmicas na planta, enquanto outros podem produzir infecções localizadas em folhas, pecíolos, hastes, vagens, etc. O mesmo acontece com os patógenos que infectam as sementes. Quando uma semente infectada germina e produz uma nova planta, essa poderá apresentar uma infecção sistêmica (NUNES, José, 2016).

A partir disso, como consequência, há a redução dos índices de germinação e vigor, refletindo diretamente na classificação dos lotes e reduzindo a capacidade produtiva. Assim, pode-se concluir que a semente é um veículo de disseminação altamente eficiente, capaz de perpetuar patógenos elevando a indução de doenças desde o plantio até a distribuição do produto final (NUNES, José, 2016).

As medidas e investimentos de controle de combate a pragas e doenças são questões variáveis que envolvem ônus econômicos a toda cadeia de produção e até mesmo ao meio ambiente. Para que haja um controle mais eficaz destes agentes há alguns fatores intrínsecos a sementes para assegurar sua proteção (FRANÇA - NETO, 2016).

Um desses fatores volta-se ao programa de melhoramento genético em sementes, temos observado o aumento de cultivares comerciais com alto potencial produtivo nas lavouras. Os sistemas de produção de todo o elo da cadeia auxiliam a semente a expressar todo o seu potencial genético durante a condução da lavoura. O melhoramento genético constitui-se como forma de desenvolvimento de sementes saudáveis e conseqüentemente mais protegidas contra patógenos e pragas.

Outra medida que tem sido amplamente utilizada pela cadeia de produção da soja, é o Tratamento de Sementes Industriais e o Tratamento “*On Farm*”, visando atender, prevenir e proteger a tecnologia envolvida na semente. O tratamento de sementes atua de maneira preventiva, evitando a ação de pragas e doenças e proporcionando o melhor estande da lavoura.

### **4.3. Tratamento Industrial x Tratamento On Farm**

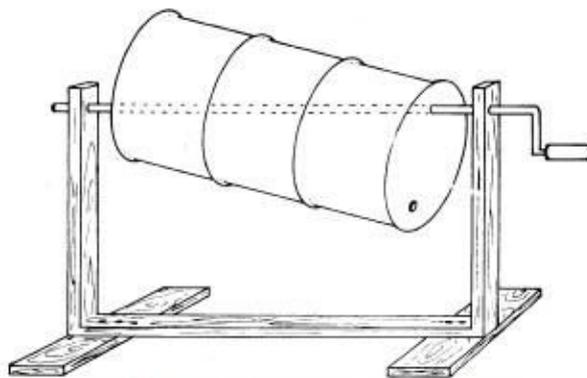
O Tratamento de Sementes se apresenta de duas maneiras distintas no cenário brasileiro, são elas:

1. Tratamento de Sementes “*On Farm*”: Operação de aplicação de produto químico e/ou biológico e/ou agente físico na semente que não seja em um complexo industrial.

2. Tratamento de Sementes Industriais: Operação de aplicação de produto químico e/ou biológico e/ou agente físico na semente que seja realizado em um complexo industrial.

É importante destacar que até meados da década de 80 os maquinários de tratamento de sementes se apresentavam de forma rudimentar e ao menos possuíam medidores de calda com controle volumétrico. Basicamente, o tratamento era realizado em sua grande maioria com base em sistemas simplificados de tambores giratórios, como mostrado na Figura 5 (NUNES, João, 2016).

**Figura 5:** Tambor Giratório para TS *On Farm*.



Fonte: KRZYZANOWSKI et al., 1992.

Segundo JOÃO NUNES (2016), foi a partir da década de 1980 que as máquinas de tratamento começaram a evoluir, dessa forma passaram a possuir controle de vazão de sementes e medidores de produtos (controle volumétrico). Estes equipamentos foram provavelmente pioneiros no Brasil. A partir da evolução dos equipamentos e do mercado de tratamento, teve início o surgimento de máquinas mais equipadas e tecnificadas com diferentes princípios de funcionamento para atender a demanda do tratamento de sementes.

Foi a partir de 1998 com a inserção dos inseticidas dos grupos dos Neonicotinoides (Imidacloprido e Thiamethoxam), que o Tratamento de Sementes elevou seu nível de importância no cenário nacional, isso devido principalmente a fatores como: percepção do alto valor agregado e benefícios de uma semente protegida no início do plantio. Assim, com a percepção por parte dos produtores do alto valor agregado do tratamento de sementes, tornou-se imprescindível o desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação (NUNES, João, 2016).

#### 4.3.1. *Princípio de Funcionamento: Máquina de Tratamento On Farm*

Na maioria dos casos, as máquinas de Tratamento de Sementes “*On farm*” operam a partir de um motor elétrico acoplado. Neste sentido, destaca-se a facilidade logística de transporte destes equipamentos, sendo eles leves (peso aproximado de 110kg), compactos e com rodas em sua base para locomoção, facilitando o transporte em pick-ups (NUNES, João, 2016).

As máquinas de Tratamento “*On Farm*” possuem:

1. Acionamento  Motor elétrico acoplado com motores de 1 a 3CV;
2. Graneleira (Moega)  Graneleiras de plástico ou aço carbono para depósito de sementes;
3. Caracol  Rosca sem-fim responsável pelo transporte das sementes até a descarga;
4. Tanque de abastecimento I  Tanques de mistura de produtos químicos;
5. Tanque de abastecimento II  Tanque de abastecimento de produtos sólidos;
6. Pannel de Controle II  Pannel de acionamento do equipamento/ajuste de aplicação de produtos.

O Tratamento *On Farm* pode ser dividido em 4 principais operações:

##### **Fase I Preparação do equipamento**

- Separação dos produtos químicos;
- Separação das sementes;
- Separação de materiais adjacentes: Balança de 40kg, balança de 5kg, baldes, sacaria, cronômetro, proveta de 1 litro, bandeja com capacidade de 5 litros.

##### **Fase II Calibração**

- Fluxo de sementes;
- Produto líquido;
- Produto sólido.

##### **Fase III Tratamento**

- Checagem da qualidade.

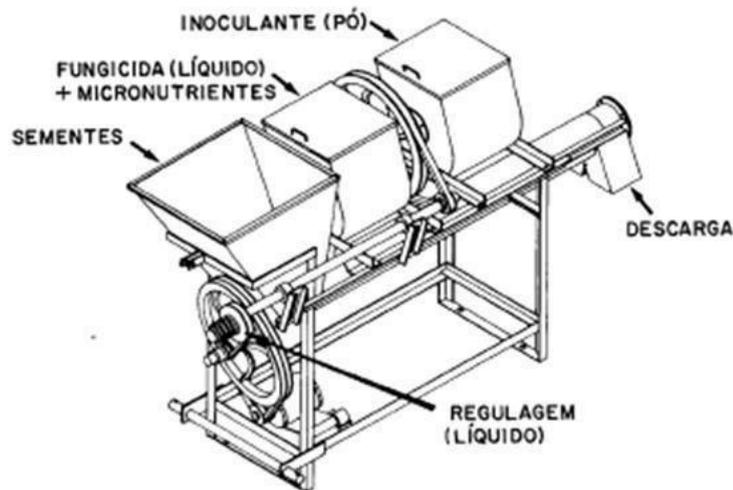
##### **Fase IV Limpeza**

- Local de tratamento;
- Equipamento;

- Operadores (EPI's);
- Materiais utilizados.

A semente é despejada no compartimento de entrada denominado “graneleira” ou “moega”, paralelo a essa operação, a calda (mistura de produtos químicos ou biológicos) é misturada no tanque de líquidos e o pó secante/inoculante é colocado no tanque de sólidos. Quando a máquina é acionada (Figura 6), a semente é direcionada para o compartimento de aplicação de produtos químicos, local em que o produto é atomizado e aplicado na superfície da semente. Posteriormente, por meio da rosca sem fim, são transportadas para a descarga.

**Figura 6:** Máquina de Tratar Sementes *On Farm*.



Fonte: GIMENEZ, 2017.

Ainda na rosca sem fim é realizada uma aplicação secundária, propiciando a homogeneização do produto, por último as sementes são direcionadas para o ensaque localizado na descarga da máquina.

#### 4.3.2. *Princípio de Funcionamento: Tratamento de Sementes Industrial*

Há diversos equipamentos que podem ser utilizados para o Tratamento de Sementes, neste caso para o industrial será utilizada especificamente a máquina de tratamento a bateladas CBT (*Continuous Batch Treatment*). A máquina é formada por:

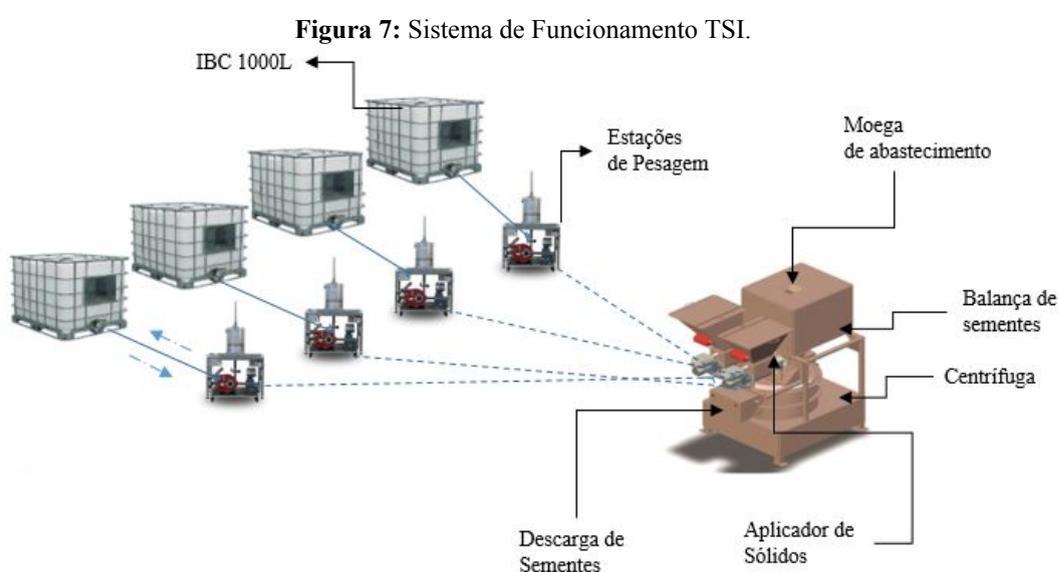
- Moega □ Local de recebimento das sementes provenientes do silo de entrada/Elevador de transporte;
- Balança de sementes □ Local em que as sementes são pesadas;

- Centrífuga □ Local em que as sementes são despejadas após a pesagem. É neste local que ocorre a aplicação de produto químico nas sementes;
- IBC □ Local de armazenamento dos produtos químicos;
- Estações de pesagem □ Local com bacia de armazenamento intermediário dos produtos químicos, entre o IBC e a Centrífuga da máquina;
- Bomba Peristáltica de aplicação □ Bombas localizadas nas estações de pesagem, responsáveis pelo transporte do produto até as estações e posteriormente da estação para o IBC.

O princípio de funcionamento da máquina é formado por 4 pilares:

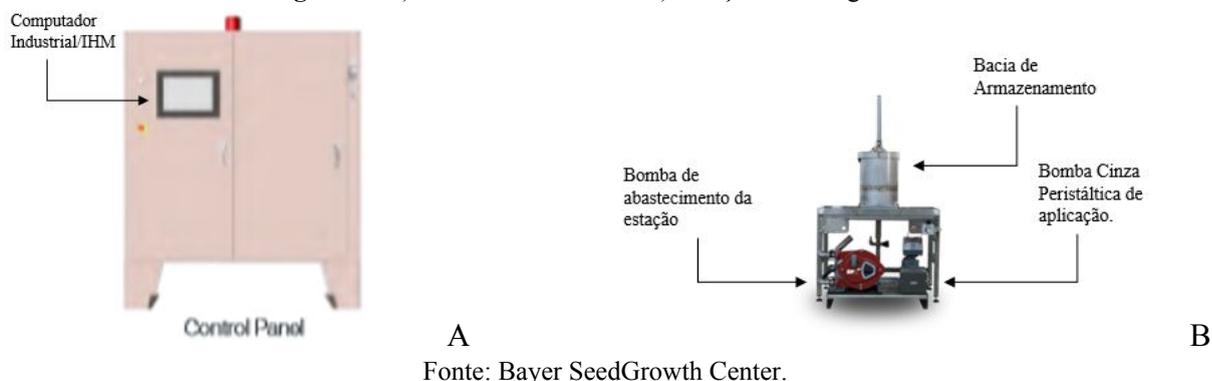
- Sistemas de aplicação por batelada;
- Controle/ajuste de vazão das bombas de alta precisão de aplicação;
- Controle/ajuste da aplicação do pó secante/turfa (inoculante sólido);
- Sistemas de aplicação de produtos por perda de peso.

A máquina funciona de acordo com o sistema de aplicação por batelada. De acordo com o modelo mostrado na Figura 7, a semente é depositada na moega de abastecimento. A máquina possui um painel de comando, Figura 8A, e neste painel há uma IHM/Computador industrial, onde são inseridos os dados de entrada de tratamento como: cultura, produtos químicos, tempo de aplicação, doses de aplicação (de acordo com bula) e o tamanho da batelada.



Fonte: Bayer SeedGrowth Center.

**Figura 8:** A) Painel de Controle e B) Estação de Pesagem.



O tamanho da batelada é a quantidade de peso de sementes que a balança irá pesar para realizar o tratamento e depende da cultura que será utilizada e do tamanho do equipamento. Na Figura 9 abaixo, seguem os equipamentos que podem ser utilizados para o TSI, sendo eles: CBT25 (rendimento 3t/hora), CBT50 (rendimento de até 6 t/hora) CBT100 (rendimento 12t/hora) e CBT200 (20t/hora).

**Figura 9:** Máquinas para Tratamento de sementes industriais a batelada.



Fonte: Bayer SeedGrowth Center.

Após o abastecimento da moega, as sementes são despejadas na balança de acordo com o tamanho da batelada inserida anteriormente na receita. Simultaneamente a este processo, os produtos são puxados do IBC para as estações de pesagem, conforme mostrado na Figura 7. As estações de pesagem são locais/intermediários entre o IBC e a centrífuga da máquina, local em que ocorre a aplicação dos produtos nas sementes. De acordo com as doses introduzidas no início da operação a máquina calcula a quantidade exata de produtos que deverá ser pesada nas estações de pesagem e aplicada na centrífuga.

Após a pesagem das sementes na balança, por gravidade as sementes são despejadas na centrífuga e logo após o processo de abastecimento da centrífuga a máquina inicia a aplicação de produtos oriundos das estações de pesagem. A máquina é instalada com 4 estações de pesagem e pode conter até 8 estações com 1 produto por estação, vale ressaltar

que os produtos provenientes das estações possuem início de aplicação diferenciados, no entanto, todos devem acabar no mesmo instante para que haja homogeneização.

Depois da aplicação do produto, no caso da soja, poderá ocorrer a aplicação do pó secante, um composto mineral que auxilia na secagem da semente e fica armazenado ao lado da balança de sementes. Após o término da aplicação dos produtos químicos, inicia-se o processo de aplicação do pó secante, o tempo de aplicação é determinado de acordo com a quantidade em gramas do pó que será aplicada.

Finalizado a aplicação do pó secante inicia-se a descarga de semente. Há uma porta de saída localizada na parte externa da centrífuga, após o término da aplicação do pó, esta porta se abre para a saída das sementes. Finalizado o processo de tratamento, é liberada outra batelada e assim o processo segue até o término da quantidade de sementes.

#### 4.3.3. *Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE ou HPLC)*

Sabe-se que desde o armazenamento, plantio e ao longo da semeadura as sementes são constantemente ameaçadas e atacadas por fungos, doenças e insetos. Atualmente as sementes são geralmente tratadas com produtos concentrados à base de água que apresentam combinação com princípios ativos de inseticidas e fungicidas. Para que possa haver um controle de qualidade, os atores da cadeia precisam determinar a distribuição de princípio ativos nas sementes revestidas pelo tratamento. Ao mesmo tempo, devido à preocupação pública da segurança dos alimentos em relação a utilização de pesticidas desenvolveu-se métodos analíticos modernos para quantificar o teor de princípio de ativo de pesticidas nos alimentos e produtos (BOURGIN et al., 2009).

A utilização da cromatografia possui sua origem baseada na separação de componentes de extratos de folhas, pelo russo botânico Mikhail S. Tswett, considerado o pai da cromatografia (DEGANI, CASS & VIEIRA, 1998).

Pode-se dizer que foi 1903 marca o início da cromatografia, em uma conferência realizada na seção de biologia da Sociedade de Ciências naturais de Varsóvia, onde Mikhail demonstrou suas conclusões a respeito da separação dos pigmentos de clorofila das folhas (MENDES, 2011). Deste modo a Cromatografia pode ser definida, segundo DEGANI, CASS & VIEIRA (1998), como um método físico-químico de separação. Os constituintes da amostra serão separados no equipamento em duas fases: (I) fase estacionária, geralmente de

grande área e (II) fase móvel, composta por um fluido insolúvel na fase estacionária que percola a primeira.

Assim, iniciou-se o processo analítico de melhor desempenho quanto a separação, quantificação e identificação (quando acoplada à espectrometria). As distintas combinações entre as fases estacionárias e móveis fazem com que este método seja versátil, tendo aplicação em diferentes áreas da indústria. É denominada Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) quando a fase móvel é um líquido.

A utilização da cromatografia se estende para diversos fins como: identificação de compostos, comparação entre padrões já existentes, purificação de compostos (separando as substâncias indesejadas) e por fim a separação dos componentes de uma mistura (DEGANI, CASS & VIEIRA, 1998).

De acordo com as necessidades do projeto, destaca-se a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), que utiliza fases estacionárias de partículas menores, sendo necessária a utilização de bombas de alta pressão para a eluição da fase móvel, além dos detectores.

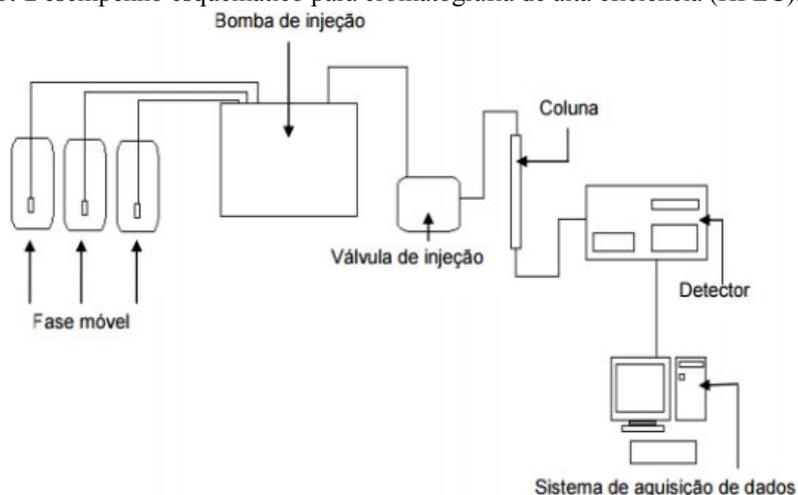
Segundo JARDIM (2015) as principais vantagens da cromatografia líquida são de realizar separações e análises quantitativas de uma grande variedade de compostos presentes em distintos tipos de amostras, independente de parâmetros como: volatilidade, estabilidade térmica e polaridade, obtendo-se assim a separação e as análises de modo rápido e com elevada eficiência. A grande utilização da cromatografia líquida deve-se a síntese de pesticidas mais polares. Sabe-se também que as determinações da cromatografia líquida podem ser realizadas utilizando diferentes tipos de detectores, sendo o mais utilizado o detector de arranjo de diodos.

Na Figura 10 tem-se o esquema de funcionamento da cromatografia de alta eficiência. Segundo MALVIYA et al. (2010), seus principais componentes são:

1. Bomba → Responsável por movimentar a fase móvel através da coluna;
2. Coluna → Responsável por conter a fase estacionária formada por partículas sílicas, porosas, esféricas de diâmetro em torno de 35 µm;
3. Detector → Responsável por mostrar os tempos de retenção das moléculas, sendo que este tempo varia de acordo com as interações da amostra em fases estacionárias e móveis.

O funcionamento do sistema inicia-se quando um solvente líquido (fase móvel) é transportado continuamente com auxílio de bomba até a coluna cromatográfica (fase estacionária), através de um sistema de injeção automático, a amostra é inserida. As diferentes interações entre as moléculas presentes na amostra e a fase estacionária fazem com que estas tenham tempo de retenção distintos no sistema fazendo com que seja possível separar os compostos presentes na amostra. Com emprego e injeções prévias dos padrões em estudo pode-se quantificar os compostos detectados.

**Figura 10:** Desempenho esquemático para cromatografia de alta eficiência (HPLC).



Fonte: Oliveira, 2016.

As fases móveis utilizadas para a separação de pesticidas são: (I) misturas de metanol:água (MeOH:H<sub>2</sub>O) ou acetonitrila:água (ACN:H<sub>2</sub>O) com ajuste da força cromatográfica e seletividade da fase móvel até se obter resolução suficiente para que ocorra a separação de todos os picos cromatográficos no mínimo tempo de análise (SILVA & COLLINS, 2011).

Ainda segundo SILVA & COLLINS (2011) os detectores de absorção espectrofotométrica na faixa do ultravioleta e por fluorescência são utilizados nos equipamentos de HPLC para análise de compostos que absorvem na região do ultravioleta, entretanto, os valores dos 14 limites de detecção alcançados para detectores de UV são bem mais altos, na faixa de µg.L<sup>-1</sup>.

Vale ressaltar que há uma ampla variedade de detectores disponíveis para a cromatografia líquida que monitoram uma quantidade única como absorção ou fluorescência em um comprimento de onda característico, índice de refração ou condutividade, e que são

usados diretamente ou após derivatização com reagentes adequados. Durante a análise de rotina, eles podem fornecer um grau razoável de seletividade (SCHEER, 1995).

Segundo SCHEER (1995) em um detector de matriz de diodos, os espectros são medidos simultaneamente em diferentes comprimentos de onda e em taxas de repetição que fornecem a coleta de diferentes espectros durante a eluição de um único pico cromatográfico. Sabe-se que a informação espectral fornece um meio mais seguro de identificação.

Em um detector de matriz de diodos, a informação espectral é medida simultaneamente em muitos comprimentos de onda diferentes e em taxas de repetição que permitem a coleta de vários espectros durante a eluição de um único pico gráfico cromatográfico. Essa informação espectral fornece um meio mais seguro de identificação. Além disso, embora os detectores de comprimento de onda único apresentem maior sensibilidade, a mesma não pode ser utilizada completamente, pois os diferentes componentes de uma mistura podem ter propriedades de absorção (ou fluorescência) bastante distintos. Como toda a informação espectral pode ser usada em um detector de matriz de diodos, o comprimento de onda de maior sensibilidade pode ser escolhido para cada componente separadamente (SCHEER, 1995).

Além da fase móvel e dos detectores temos também a fase estacionária (FE). As fases estacionárias empregadas nos sistemas de cromatografia de alta eficiência de fase reversa são constituídos de camadas orgânicas apolares ligadas quimicamente, imobilizada ou apenas sorvida a um suporte cromatográfico. A forma de obtenção das camadas apolares e os diferentes óxidos empregados como suporte de cromatografia resultam em diferentes tipos de fases estacionárias (MALDANER, COLLINS & JARDIM, 2010).

Segundo MALDANER, COLLINS & JARDIM (2010) há algumas características que devem ser levadas em consideração para que um suporte cromatográfico seja considerado adequado para o preparo da fase estacionária, são eles: método de síntese de partículas altamente reprodutível, as partículas devem possuir faixa estreita de distribuição de tamanho e elevada área superficial, os poros devem possuir diâmetro adequado para o tamanho do analito e boa conectividade para que se possa obter elevadas transferências de massas além de resistir, térmica, mecânica e quimicamente à degradação. A sílica é o material cromatográfico mais indicado e empregado para o uso e desenvolvimento de fases estacionárias.

Dentro os diversos tipos de sílica, destaca-se a sílica monolítica. Esta sílica é um leito contínuo de sílica porosa, no formato de um bastão ou haste e uma distribuição de tamanho de

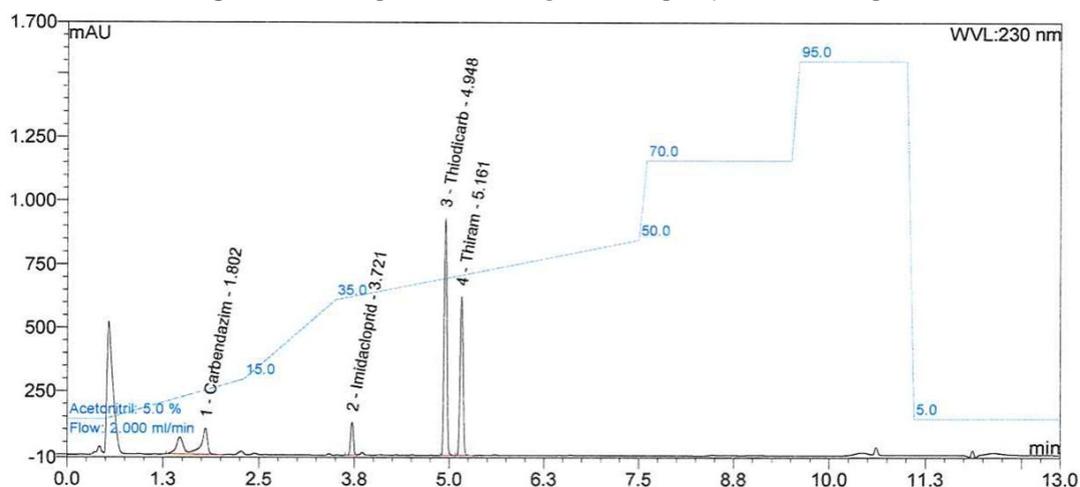
poro bimodal, composta por macro (~2  $\mu\text{m}$ ) e mesoporos (~13 nm) (MALDANER, COLLINS & JARDIM, 2010).

As fases estacionárias monolíticas constituem-se basicamente de sílica monolítica caracterizadas como um meio contínuo de separação, apresentando rígida estrutura altamente porosa deste modo fornecendo elevada permeabilidade e alta eficiência da coluna. A permeabilidade permite a utilização de altas vazões por parte da fase móvel, não necessitando do aumento da pressão por parte do sistema, resultando em rápidas separações em virtude da alta transferência de massa. Vale ressaltar que as colunas de sílica monolíticas estão disponíveis em diferentes marcas no mercado, nas diferentes marcas encontram-se colunas funcionalizadas com grupos alquila octil (C8) e octadecil (C18), com diferentes especificações de tamanho (MALDANER, COLLINS & JARDIM, 2010).

Sabe-se que para que haja qualidade de um lote de sementes é necessário levar em consideração os fatores fisiológicos, genéticos, físicos e sanitários. Com base nos critérios sanitários é natural que a qualidade das sementes adquiridas seja cada vez maior (MALDANER, COLLINS & JARDIM, 2010).

Segundo OLIVEIRA (2016) o teste de HPLC possui como objetivo determinar a quantidade de princípio ativo em cada lote de sementes tratadas. Com base nesta análise, é possível verificar se as sementes tratadas, tanto industrialmente quanto no sistema “*On Farm*”, possuem a concentração adequada de inseticidas aplicadas no tratamento. A quantificação é realizada por softwares que interpretam os sinais do detector e procede com as áreas dos picos. Estes softwares apresentam interfaces que possibilitam o tratamento de dados em Cromatografia e também a comparação de resultados, conforme exemplo na Figura 11.

**Figura 11:** Exemplo de Cromatograma recuperação de Imdacloprid.



Fonte: Laboratório Externo.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

As sementes referentes ao tratamento *On Farm* foram tratadas no *Bayer SeedGrowth Center*, localizado em Paulínia-SP. Sendo utilizadas sementes de soja da variedade H e J (denominadas pelas letras em virtude da confidencialidade) produzidas na safra de 2017/2018.

Para o tratamento das sementes *On Farm* foi utilizado um tipo de máquina: Máquina de tratamento de fluxo contínuo para tratamento *On Farm*, devido a questões de confidencialidade o nome comercial da máquina não será colocado neste projeto. As sementes utilizadas foram tratadas em um galpão específico para o tratamento de sementes, com bacia de contenção, exaustores, e com profissionais aptos a operar as máquinas de tratamento. Para o tratamento foram utilizados 5 sacos de 40kg de soja, totalizando 200 kg de soja.

As sementes referentes ao tratamento industrial foram tratadas pela empresa E1. A empresa será representada pela sigla “E1” devido também às questões de confidencialidade. Para o tratamento industrial foram utilizadas sementes da variedade X.

Para avaliar qualitativamente as sementes tratadas, foi utilizada a mesma dose comercial de inseticida e fungicida para os dois tipos de tratamento, sendo utilizado Inseticida na dose de 5ml/kg de sementes e Fungicida na dose de 2ml/kg de sementes.

Funcionamento Máquina de fluxo contínuo *On Farm* □ A máquinas para tratamento contínuo de sementes possui acionamento elétrico, distribuição de produto feita por atomizador e homogeneização da cobertura realizada pela rosca sem fim ao longo do tratador secundário. Capacidade aproximada de 6 ton/h e compostas por: moega de abastecimento, tratador primário (atomizador), tratador secundário (tubo com rosca sem fim), tanque dosador (tanque armazenador de produto químico), bombas dosadoras e agitação (bomba peristáltica utilizada para transferir o produto químico do tanque para o tratador primário), descarga dupla (bica responsável por expelir as sementes tratadas após passarem pelo tratador secundário), dosador de pó e painel de comando.

A máquina utilizada para o tratamento industrial foi a máquina CBT 200 (Continuous Batch Treatment 200), conforme Figura 12. Ao contrário dos equipamentos anteriores que são de fluxo contínuo, o princípio de funcionamento da máquina baseia no tratamento a batelada. O tratamento foi realizado utilizando-se 3 IBC'S: IBC 1 → M, IBC 2 → N, IBC 3 → Polímero R, aplicado pó Secante oriundo da caixa de sólidos.

**Figura 12:** CBT200, Continuous Batch Treatment.



Fonte: Bayer SeedGrowth Center.

Foram utilizadas 3 estações de pesagem, cada estação referente a um IBC, a máquina é composta por uma centrífuga de aço-inox com aletas internas de direcionamento das sementes que propiciam o movimento cascata da semente em direção ao atomizador. A máquina também possui um atomizador conforme já citado, painel de acionamento elétrico e exaustor, possuindo rendimento de 20ton/h.

Os produtos utilizados para os tratamentos seguem os parâmetros da Tabela 1, de acordo com: tipo de produto, ingrediente ativo, e doses comerciais de acordo com bula (ml/kg de sementes).

<b>Tipo de Produto</b>	<b>Ingrediente Ativo</b>	<b>Dose Comercial (ml/kg de semente)</b>
Inseticida	Imidacloprid + Tiodicarbe	5
Fungicida	Carbendazim	2

**Tabela 1:** Produtos Utilizados no Tratamento de Sementes.

A Tabela 2 abaixo mostra as amostras analisadas para o Tratamento Industrial. Todas as amostras foram retiradas da empresa E1. O Ingrediente Ativo analisado foi o Imidacloprid (Inseticida), na dose comercial segundo recomendação de bula 5ml/kg de semente, neste tratamento também foi utilizado o fungicida Y na dose de 2ml/kg de semente. Foi analisada para o Tratamento Industrial a variedade X.

<b>Tratamento de Semente Industrial</b>			
<b>Cliente</b>	<b>Amostra</b>	<b>Ingrediente Ativo Analisado</b>	<b>Dose Comercial (ml/kg de semente)</b>
E1	P_088/2018_001	Imidacloprid	5ml/kg
E1	P_088/2018_002	Imidacloprid	5ml/kg
E1	P_088/2018_003	Imidacloprid	5ml/kg
E1	P_088/2018_004	Imidacloprid	5ml/kg
E1	P_088/2018_005	Imidacloprid	5ml/kg
E1	P_088/2018_006	Imidacloprid	5ml/kg
E1	P_102/2018_001	Imidacloprid	5ml/kg

**Tabela 2:** Materiais analisados para o Tratamento Industrial.

Na Tabela 3 abaixo tem-se as amostras analisadas para o Tratamento *On Farm*. Todas as amostras foram retiradas da empresa E2. O Ingrediente Ativo analisado foi o Imidaclopride (Inseticida), na dose comercial segundo recomendação de bula 5ml/kg. Foram analisadas para o Tratamento *On Farm* as variedades H e J. Para este tratamento não foram aplicados Polímeros e Pó Secante.

<b>Tratamento <i>On Farm</i></b>			
<b>Cliente</b>	<b>Amostra</b>	<b>Ingrediente Ativo Analisado</b>	<b>Dose Comercial</b>
E2	P_167/2018_001	Imidacloprid	5ml/kg
E2	P_167/2018_002	Imidacloprid	5ml/kg
E2	P_174/2018_003	Imidacloprid	5ml/kg
E2	P_174/2018_004	Imidacloprid	5ml/kg
E2	P_179/2018_005	Imidacloprid	5ml/kg
E2	P_179/2018_006	Imidacloprid	5ml/kg
E2	P_185/2018_007	Imidacloprid	5ml/kg

**Tabela 3:** Materiais analisados para o Tratamento de sementes *On Farm*.

Os testes de cromatografia líquida de alta eficiência foram realizados em laboratório D externo, que devido às questões de confidencialidade não pode ser citado. O método de ensaio adotado foi a cromatografia líquida acoplada a detector de arranjo de diodos. O cromatógrafo utilizado foi o Agilent Modelo 1200 Series. E as condições de operação estão especificadas na Tabela 4.

---

### Condições de operação do sistema Cromatográfico

---

Coluna Cromatográfica	Phenomenex Kinetex C18 50 mm x 4,6 mm - Tamanho de partícula 2.6µm
Temperatura da Coluna	40° C
Fase Móvel	*Gradiente de água Acidificada (A): Acetonitrila(B)
Fluxo da Fase Móvel	3mL/minuto
Comprimento de Onda	230nm
Volume de injeção	5µL

---

**Tabela 4:** Condições de operação do sistema cromatográfico

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Teste de cromatografia líquida de alta eficiência

É importante ressaltar que para um resultado de 100% significa que as sementes estão com 100% das doses aplicadas corretamente. Para os resultados deve-se considerar que o processo de tratamento de sementes é constituído de etapas importantes para uma qualidade aceitável e com quantidade de ativos dentro dos parâmetros adequados. Segundo critérios internos estabelecidos pela Bayer os parâmetros adequados são caracterizados na faixa entre 90 – 110% de recuperação do ingrediente ativo na dose aplicada.

A Tabela 5 mostra os resultados do teste de cromatografia líquida de alta eficiência HPLC para o tratamento de sementes industriais.

Tratamento de Sementes Industriais			
Empresa	Amostra	Ingrediente Ativo Analisado	HPLC
E1	P_088/2018_001	Imidacloprid	98.02%
E1	P_088/2018_002	Imidacloprid	104.31%
E1	P_088/2018_003	Imidacloprid	105.42%
E1	P_088/2018_004	Imidacloprid	104.80%
E1	P_088/2018_005	Imidacloprid	104.43%
E1	P_088/2018_006	Imidacloprid	106.31%
E1	P_102/2018_007	Imidacloprid	96.10%

**Tabela 5:** Resultados de HPLC para o Tratamento de Sementes Industriais.

Ao analisar os dados da Tabela 5 observa-se resultados satisfatórios no que tange a recuperação do Ingrediente ativo Imidaclopride. Os testes de HPLC verificaram na maioria dos casos a recuperação somente do Inseticida, isto por ser o produto mais crítico na proteção de sementes.

Há alguns cuidados que devem ser tomados na avaliação da quantidade de princípio ativo nas sementes. Segundo estudos internos, caso a semente apresente índices de germinação inferiores a 90% para o tratamento em questão, há grandes possibilidades da redução de germinação e vigor. Na tabela 6 tem-se os resultados do teste de cromatografia líquida de alta eficiência HPLC para o tratamento de sementes *On Farm*.

<b>Tratamento <i>On Farm</i></b>			
<b>Cliente</b>	<b>Amostra</b>	<b>Ingrediente Ativo Analisado</b>	<b>HPLC</b>
E2	P_167/2018_01	Imidacloprid	80.40%
E2	P_167/2018_02	Imidacloprid	59.80%
E2	P_174/2018_03	Imidacloprid	97.10%
E2	P_174/2018_04	Imidacloprid	105.00%
E2	P_179/2018_05	Imidacloprid	80.20%
E2	P_179/2018_06	Imidacloprid	56.90%
E2	P_185/2018_07	Imidacloprid	85.30%

**Tabela 6:** Resultados de HPLC → Tratamento de Sementes “*On Farm*”.

A partir da observação dos dados referentes ao HPLC para o tratamento *On Farm* (Tabela 6), tem-se uma redução em relação aos dados apresentados pela Tabela 5 (TSI). Destaca-se que para o Tratamento *On Farm* realizado não foi utilizado o polímero e o pó secante, fatores que podem influenciar na adesão do princípio ativo na semente. Em relação ao tratamento *On Farm* para soja, não há dados de referência encontrados em literatura para a comparação dos dados.

## 6.2. Análise estatística dos dados

A tabela 6 representa a análise estatística descritiva dos dados das amostras. A letra N representa o número de amostras que foram realizadas para cada tipo de tratamento. São apresentados: a média dos resultados de HPLC referente a cada tratamento, o desvio padrão das amostras, mínimo, máximo, assimetria e análise de curtose. Vale ressaltar que as análises foram realizadas utilizando o software estatístico MiniTab na versão de avaliação.

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>DesvPad</b>	<b>CoefVar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Assimetria</b>	<b>Curtose</b>
TSI	7	1.0277	400	3.89	9.610	1.0631	-1.19	-0.42
OF	7	8.067	1.772	21.97	5.690	1.0500	-0.15	-0.99

**Tabela 7:** Análise Estatística Descritiva para os tratamentos.

Ao analisar os dados dos resultados dos testes das tabelas 7 e 8 referentes aos tratamentos Industriais e *On Farm*, respectivamente, temos que para o tratamento industrial os valores da cromatografia líquida de alta eficiência apresentam recuperação de ativo com média de 102,77% enquanto o tratamento “*On Farm*” apresentou resultado médio de 80,67%.

Na Tabela 7 encontram-se os valores de assimetria e curtose. Sabe-se que a assimetria é a medida que indica se os dados não são simétricos, conforme os valores de assimetria se aproximam de zero os dados tornam-se mais simétricos, neste sentido vale ressaltar que ambos os dados tanto de TSI quanto *On Farm* apresentam valores próximos de zero. No entanto é possível visualizar que os dados do *On Farm* apresentam maior simetria em relação ao TSI. Os dados assimétricos negativos são assim denominados devido ao posicionamento da “cauda” de distribuição normal direcionada à esquerda, assim gerando um valor negativo.

Ainda neste sentido, a curtose nos indica as distintas caudas referentes à distribuição normal, a distribuição negativa conforme apresentada por ambos os tratamentos apresentam caudas mais leves em relação à distribuição normal, sendo a curva mais achatada. Por meio do Teste de Hipótese determinou-se o “Valor-P”, que segundo FERREIRA & PATINO (2015), é definido como a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao encontrado. O valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05. Isto significa que quando não há nenhuma diferença, um valor tão extremo para a estatística de teste é esperado em menos de 5% das vezes.

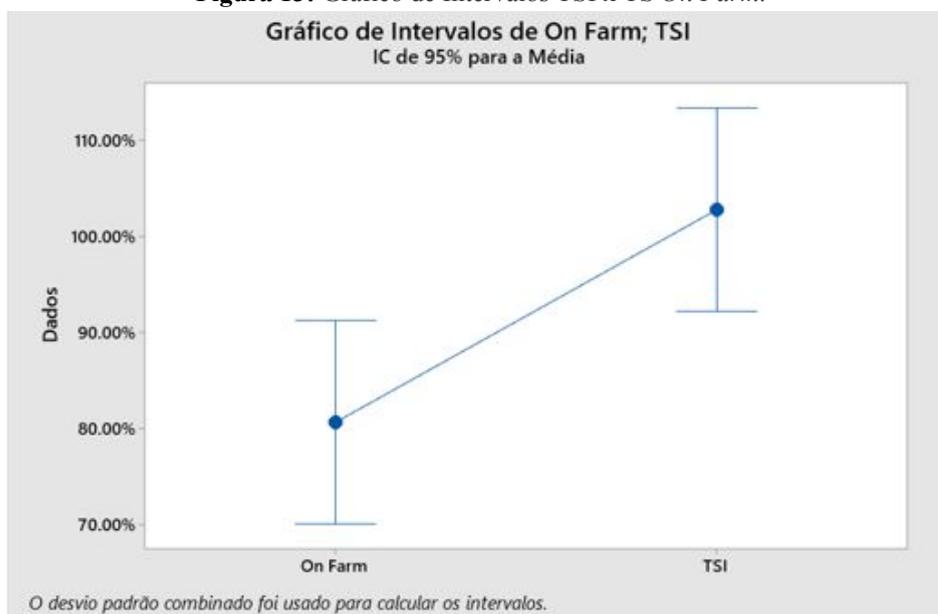
A Hipótese Nula considerada para o projeto baseava-se no fato de que não ocorreria diferenças significativas dos tratamentos Industrial x *On Farm* no que tange a análise de retenção de princípio ativo HPLC. Tem-se que para um Valor-P acima de 5%, pode-se considerar a hipótese nula verdadeira, para um Valor-P abaixo de 5% pode-se considerar que os dados não são prováveis com uma hipótese nula verdadeira.

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Fator	1	1.709	17.092	10.36	0.007
Erro	12	1.980	1.650		
Total	13	3.689			

**Tabela 8:** Análise de Variância.

Na avaliação dos dados acima (Tabela 8), com base no limite de 5% tem-se que o resultado apresentado segundo o Valor - P, foi de 0,7% apresentando significância entre os tratamentos. Por meio da análise do Figura 13, o gráfico de Intervalos TSI x TS *On Farm*, observa-se claramente que há diferença entre as médias apresentadas, caracterizando a relevante diferença entre os tratamentos.

**Figura 13:** Gráfico de Intervalos TSI x TS *On Farm*.



Com base nos resultados obtidos é notório que o tratamento de sementes industrial possui uma performance superior as máquinas de tratamento *On Farm* no que tange ao teste de cromatografia líquida de alta eficiência e ao tratamento executado. A causa desta performance superior está estritamente associada aos princípios de funcionamento do equipamento, que estão relacionados aos sistemas de:

1. Calibração das balanças de produtos, bombas de aplicação, balança de sementes:

Os métodos de calibração de produtos e das bombas de aplicação são diferentes, conforme já citado anteriormente. O método do tratamento industrial apresenta suporte de software avançado para aferição das calibrações, por outro lado o equipamento de tratamento *On Farm* não possui recursos de software para ajustes, o que o torna mais suscetível a erros de calibração. A balança de sementes na máquina industrial apresenta calibração automatizada, auxiliada por software. O sistema de calibração da máquina *On Farm* é feito manualmente, sendo, deste modo, mais suscetível a erros de operacionais.

2. Agitação dos produtos: o processo de agitação possui grande influência, pois antes da aplicação é necessário que o princípio do produto esteja distribuído uniformemente nas respectivas embalagens para que se possa ter a aplicação do ativo nos tanques e posteriormente nas sementes. No processo industrial há agitadores próprios que movimentam os produtos antes das aplicações. Os agitadores respeitam as recomendações estabelecidas pelo fabricante, como tempo de agitação, velocidade de

rotação e modelo de hélice para cada tipo de produto. Para o tratamento *On Farm* os produtos não são oriundos em IBCS. Os mesmos são provenientes de embalagens de 1L ou 5L, neste processo a agitação é feita manualmente “balançando” a embalagem e posteriormente nos tanques para mistura de calda. Este fator pode acarretar na aplicação do princípio ativo nas demais etapas do processo.

3. Receita: No Tratamento industrial para a máquina CBT a receita é feita no computador da máquina, e para cada produto aplicado oriundo de cada tanque há um tempo mínimo de aplicação de acordo com a sua respectiva densidade e vazão máxima de aplicação. Todos os produtos obrigatoriamente devem terminar a aplicação ao mesmo tempo na centrífuga no entanto podem ser iniciados em tempos diferentes. Por serem finalizados ao mesmo tempo, favorece a homogeneização da aplicação pois reduz o tempo de permanência na centrífuga. O Tratamento *On Farm* apresenta a receita de modo simplificada, ocorrendo a mistura de produtos no tanque de produtos, deste modo gerando uma calda que será aplicada ao longo do tratamento de fluxo contínuo nas aplicações primárias e secundárias (rosca sem fim).
4. Sistema de aplicação de produto por perda de peso: o sistema de aplicação por perda de peso da CBT possibilita maior controle e precisão na aplicação. Cada estação de pesagem possui uma balança que direciona o seu respectivo produto para a centrífuga por meio da perda de peso. Caso haja uma aplicação maior que o erro permitido pelo maquinário que é de 10% para mais ou para menos, a máquina possui um sistema de automação de auto-ajuste de aplicação, fazendo com que a aplicação seja precisa em todos os instantes do tratamento para aquela determinada quantidade de sementes pesadas para a respectiva batelada.
5. Aletas: a máquina de tratamento industrial CBT possui aletas em sua tampa que possibilitam o movimento cascata das sementes em direção ao atomizador. Este movimento cascata em direção ao atomizador possibilita uma aplicação mais homogênea de produto nas sementes pois conduz as sementes diretamente para a nebulização. O atomizador é composto por diversos orifícios que fazem com que os produtos sejam pulverizados e aplicados em pequenas partículas nas superfícies das sementes. Este método de aplicação juntamente com a alta rotação da centrífuga, em um tempo pré determinado em receita, possibilita a homogeneização completa dos produtos na superfície das sementes.

## 7. CONCLUSÃO

A eficácia da variação da cromatografia líquida de alta eficiência do tratamento industrial em relação ao tratamento *on farm* foi analisada com sucesso, sendo que o TSI obteve um melhor resultado quando comparado ao tratamento *On Farm*. Além disso, também foi detectado que o HPLC é uma metodologia de grande valia e de suma importância para avaliar quantitativamente os resultados dessa diferença.

## REFERÊNCIAS

ABRASS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SEMENTES DE SOJA. O setor de sementes de soja. 2015. Disponível em: <<https://abrass.com.br/semente-de-soja/>>. Acessado em 23 de Outubro de 2019.

BALBINO, A. Doenças da soja: entenda suas características e condições de desenvolvimento. Agrosmart, 2016?. Disponível em: <<https://agrosmart.com.br/blog/doencas-da-soja-caracteristicas-condicoes-desenvolvimento/>>. Acessado em 23 de Outubro de 2019.

BOURGIN, M.; BIZE, M.; DURAND, S.; ALBET, J.; VIOLLEAU, F. Development of a Rapid Determination of Pesticides in Coated Seeds Using a High-Performance Liquid Chromatography-UV Detection System. J. Agric. Food Chem. 2009, 57, 10032–10037. DOI:10.1021/jf902316x

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. A produtividade da soja: Análise e perspectivas. Compêndio de estudos Conab, v.10, 2017. ISSN: 2448-3710. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17\\_08\\_02\\_14\\_27\\_28\\_10\\_compendio\\_de\\_estudos\\_conab\\_a\\_produtividade\\_da\\_soja\\_-\\_analise\\_e\\_perspectivas\\_-\\_volume\\_10\\_2017.pdf](https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compendio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_-_analise_e_perspectivas_-_volume_10_2017.pdf)>. Acessado em 04 de Novembro de 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária. Brasília, 2018. Vol. 6 - Safra 2018/2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>>. Acessado em 28 de Novembro de 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária. Brasília, 2017. Vol. 5 - Safra 2017/2018, Produtos de Verão. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acessado em 12 de Dezembro de 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de grãos cresce 3,4% e chega a 235,3 milhões de toneladas. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2845-producao-de-graos-cresce-3-4-e-chega-a-235-3-milhoes-de-toneladas>>. Acessado em 12 de Dezembro de 2019.

DEGANI, A. L.; CASS, Q. L.; VIERA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. Química nova na escola, São Paulo, n. 7, p. 21-25, 1998.

DEL BEM JUNIOR, L. Avaliação qualitativa de métodos de tratamento de sementes de soja. - Tratamento de sementes. UNESP. Botucatu, 2017, p. 22-27. Disponível em:

<[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152644/Del+Bem+Junior\\_1\\_me\\_bot.pdf;jsessionid=2F764D642AA07B424E9282D334286BD9?sequence=3](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152644/Del+Bem+Junior_1_me_bot.pdf;jsessionid=2F764D642AA07B424E9282D334286BD9?sequence=3)>. Acessado em 01 de Novembro de 2019.

FERREIRA, J. C.; PATINO, C. M. O que realmente significa o valor-p?. Educação Continuada: Metodologia científica. J. bras. pneumol. vol.41 no.5 São Paulo set./out. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132015000000215>

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. il. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n.380). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>>. Acessado em 22 de Outubro de 2019.

GARCIA, A. Soja. AGEITEC - Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. s.d. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fxdaw3oc02wyiv80soht9hbe6amyb.html>>. Acessado em 01 de Novembro de 2019.

GIMENEZ, L. M. Semeadura. LEB0432 - Máquinas e Implementos Agrícolas. ESALQ, 2017. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/70959321-Departamento-de-engenharia-de-biossistemas-esalq-usp-departamento-de-engenharia-de-biossistemas-esalq-usp-leb0432-maquinas-e-implementos-agricolas.html>>. Acessado em 30 de Outubro de 2019.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Semente de soja: cuidados na aquisição e na utilização. EMBRAPA. Comunicado técnico nº52, outubro/92, p.1-7. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53951/1/52.pdf>>. Acessado em 25 de Outubro de 2019.

MALDANER, L.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F. Fases estacionárias modernas para à cromatografia líquida de alta eficiências em fase reversa. Quim. Nova, Vol. 33, No. 7, 1559-1568, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n7/a24v33n7.pdf>>. Acessado em 10 de Novembro de 2019.

MALVIYA, R.; BANSAL, V.; PAL, O. P.; SHARMA, P. K. High Performance Liquid Chromatography: A Short Review. Journal of Global Pharma Technology. 2010; 2(5): 22-26. ISSN 0975 – 8542. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Rishabha\\_Malviya2/publication/235987484\\_High\\_performance\\_liquid\\_chromatography\\_A\\_short\\_review/links/02e7e5153e680408ac000000/High-p](https://www.researchgate.net/profile/Rishabha_Malviya2/publication/235987484_High_performance_liquid_chromatography_A_short_review/links/02e7e5153e680408ac000000/High-p)>

[erformance-liquid-chromatography-A-short-review.pdf](#)>. Acessado em 07 de Novembro de 2019.

MENDES, I. S. Avaliação de extratos das folhas e sementes de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) como bioerbicidas pós-emergentes e identificação de aleloquímicos via cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Dissertação. São Carlos, IQSC, 2011.

MENTEN, J. O. M.; DEZORDI, C. Tratamento químico de Sementes: Evolução, situação atual e perspectivas. Seednews, 18ªed. Julho, 2014. Disponível em: <<https://seednews.com.br/edicoes/artigo/173-tratamento-quimico-de-sementes:-evolucao-situacao-atual-e-perspectivas-edicao-julho-2014>>. Acessado em 30 de Outubro de 2019.

NUNES, João C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. Seednews, 20ªed. Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://seednews.com.br/edicoes/artigo/334-tratamento-de-sementes-de-soja-como-um-processo-industrial-no-brasil-edicao-janeiro-2016>>. Acessado em 22 de Outubro de 2019.

NUNES, J. C. S.; BAUDET, L. Tratamento de sementes industrial. Cultivar: grandes culturas, ano 13, n. 151, dez. 2012. Caderno técnico, p. 310, dez. 2012.

NUNES, José L. S. Tecnologia de sementes - Patologia. Agrolink, 2016. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/patologia\\_361341.html](https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/patologia_361341.html)>. Acessado em 05 de Novembro de 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU. 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>>. Acessado em 12 de Dezembro de 2019.

OLIVEIRA, V. R. Tratamento industrial de sementes: quantificação do ingrediente ativo em lotes de milho doce. Dissertação. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016. Disponível em: <[http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/4555/1/dissertacao\\_vasconcelos\\_romao\\_de\\_oliveira.pdf](http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/4555/1/dissertacao_vasconcelos_romao_de_oliveira.pdf)>. Acessado em 07 de Novembro de 2019.

PERES, T. B. Noções básicas de cromatografia. Biológico, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 227-229, 2002.

RICHETTI, A.; GOULART, A. C. P. Adoção e custo do tratamento de sementes na cultura da soja. Comunicado Técnico 247. EMBRAPA, Dourados-MS, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188348/1/ID-36739.pdf>>. Acessado em 04 de Novembro de 2019.

SCHEER, H. [30] Diode array detection in liquid chromatography. *Methods in Enzymology*, Volume 246, 1995, Pages 749-758. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0076687995460322>>. Acessado em 12 de Dezembro de 2019.

SILVA, C. G. A.; COLLINS, C. H. Aplicações de cromatografia líquida de alta eficiência para o estudo de poluentes orgânicos emergentes. *Quimica Nova*, Vol. 34, No. 4, 665-676, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v34n4/20.pdf>>. Acessado em 12 de Dezembro de 2019.

SINDIVÉG - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL. O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas. Brasil, p.9-11. 01 sep. 2018. Disponível em: <<https://www.aenda.org.br/arquivos/files-sys/3751/u/cir0898-anexo-folheto-sobre-defensivos-agricolas.pdf>>. Acessado em 30 de Outubro de 2019.