



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE CIÊNCIAS RURAIS**

**BENNO JOSÉ KOLLING**

**ESPECTROSCOPIA POR REFLETÂNCIA DIFUSA PARA  
MONITORAR A POPULAÇÃO DE *Chrysodeixis includens* NA  
CULTURA DA SOJA**

**CURITIBANOS**

**Junho/2017**

Benno José Kolling

Espectroscopia por Refletância difusa para monitorar a população de  
*chrysodeixis includens* na cultura da soja

Projeto apresentado como exigência da disciplina Projetos em Ciências Rurais, do Curso de Graduação em Ciências Rurais, ministrada pelos professores Lírio Luiz Dal Vesco e Joni Stolberg, sob a orientação do professor Cesar Augusto Marchioro.

Curitibanos

**Junho/2017**

## RESUMO

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Um dos principais fatores que contribui para a diminuição na produtividade da soja é a ocorrência de pragas e doenças agrícolas. Particularmente, entre as pragas, as espécies de lepidópteros são as que promovem maiores danos, a exemplo da lagarta falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker 1858), que tem se destacado nos últimos anos. A lagarta falsa-medideira é um inseto polífago, que tem mais de 70 plantas como hospedeiras no Brasil, sendo de 29 famílias diferentes. Devido o cultivo de soja em larga escala, o monitoramento da ocorrência de pragas é dificultado, e por este motivo tem-se dado prioridade a aplicação de pesticidas seguindo um calendário para as culturas. Com o intuito de reduzir a aplicação de pesticidas e, conseqüentemente, a contaminação ambiental, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a estratégia mais adequada. Entretanto, para sua implantação faz-se necessário o monitoramento da ocorrência de pragas. A dificuldade de contratação de pessoas aptas a realizar as amostragens, bem como as mudanças no clima mundial que favorecem o crescimento mais acelerado das pragas tem dificultado o monitoramento em campo. Recentemente estudos têm mostrado que a espectroscopia por refletância difusa é uma técnica com potencial para ser utilizada no monitoramento de pragas. A ERD é utilizada para detectar alterações na refletância de luz em decorrência do estresse causado pela alimentação do inseto praga. Além de facilitar o monitoramento, esta técnica pode detectar infestações em regiões específicas da lavoura, possibilitando a adoção de medidas fitossanitárias localizadas. O objetivo do projeto é avaliar a técnica de ERD como alternativa para o monitoramento de *C. includens* na soja em programas de Manejo integrado de praga. O desenho experimental será um DIC, com cinco tratamentos: cinco níveis de infestação: 0, 1, 2, 3 e 4 lagartas por planta, constituída de um vaso, com uma planta cada, e cinco repetições. O experimento será conduzido em casa de vegetação. As lagartas serão transferidas para as plantas de soja quando tingirem o estágio fenológico de V7. As plantas com as lagartas serão isoladas utilizando um tecido do tipo 'tule' para evitar a migração. Os dados da refletância serão coletados nos dias 0, 2, 4, 6 e 8 dias após a infestação, os dados coletados serão analisados pela análise de componentes principais (APC). Espera-se com a execução do projeto desenvolver uma técnica para detecção de *C. includens* por meio da ERD, contribuindo para reduzir o número de aplicações de inseticidas na cultura da soja, conseqüentemente, na redução dos custos de produção e na contaminação ambiental.

**Palavras chaves:** *Glycine max*, Manejo Integrado de Pragas, lagarta falsa-medideira.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
3.1. Manejo Integrado de Pragas (MIP).....	4
3.2. Pragas da Soja e seu dano .....	5
3.3. <i>Chrysodeixis includens</i> (Walker, Lepidoptera: Noctidae).....	7
3.4. Espectroscopia de Refletância difusa e o monitoramento de pragas.....	8
<b>4. HIPÓTESE.....</b>	<b>9</b>
<b>5. OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
5.1. Geral .....	9
5.2. Específico.....	9
<b>6. METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
6.1. Localização do experimento.....	10
6.2. Obtenção e multiplicação da <i>C. Includens</i> .....	10
6.3. Cultivo da soja.....	10
6.4. Medição da assinatura espectral .....	11
6.5. Avaliação do nível de infestação. ....	12
6.6. ANÁLISE DOS DADOS.....	12
<b>7. RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>13</b>
<b>8. CRONOGRAMA.....</b>	<b>14</b>
<b>9. ORÇAMENTO.....</b>	<b>15</b>
<b>10. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>16</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa da família Fabaceae que, atualmente, é a cultura mais cultivada no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com 95 milhões de toneladas produzidas por ano, ficando atrás apenas dos EUA, que produz pouco mais de 106 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2016). Devido à sua alta variabilidade genética, existem disponíveis no mercado cultivares com diferentes durações de ciclo que variam entre 100 a 160 dias, facilitando a adaptação da cultura às diferentes regiões do país (NUNES, 2016). O cultivo de soja tem crescido continuamente ao longo dos anos, principalmente, devido à sua importância como a principal fonte de proteína fonte de óleo vegetal e para o biodiesel para a alimentação de animais para corte e para a produção leiteira (EMBRAPA, 2016).

A ocorrência de pragas e doenças é um fator que causa diminuição na produtividade da soja. Dentre os insetos que causam danos à cultura, os lepidópteros têm especial destaque, principalmente durante o estágio vegetativo da cultura. O complexo de pragas da soja pertencente a ordem Lepidoptera inclui diversas espécies de importância econômica, tais como a *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera* spp Gueneé (Lepidoptera: Noctuidae), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), *Copidosoma aporema* (Wasingham) (Lepidoptera: Tortricidae) e *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae). Por muitos anos a lagarta da soja, *A. gemmatalis*, era considerada a principal praga da soja devido à sua elevada abundância em todos os ciclos da cultura (MOSCARDI et al., 2012). Entretanto, mais recentemente, a partir da safra de 2013/2014, a lagarta falsa-medideira, *C. includens*, tem se tornado a espécie de maior importância durante a fase vegetativa da cultura em diversas regiões. Esta espécie vem causando danos decorrentes da perda foliar de até 32%, afetando significativamente a produção da soja. O controle é realizado predominantemente com inseticidas e o número de aplicações varia de 2 a 4 devido à tolerância da praga aos defensivos (LANTMANN, 2014).

A lagarta falsa-medideira é um inseto polífago, que tem mais de 70 plantas como hospedeiras no Brasil, sendo de 29 famílias diferentes. Além da soja, esta espécie vem atacando várias culturas de importância econômica, como o feijão, fumo e algodão, entre outras. O ciclo de vida da lagarta varia de 47 a 54 dias, sendo que a fase que causa

dano à cultura da soja varia de 13 a 20 dias. Neste período cada lagarta consome em média 82 cm<sup>2</sup> de folhas (BERNARDI, 2012).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) começou a ser utilizado na soja a partir da década de 70, mas devido à falta de apoio técnico aos agricultores, a maioria abandonou a técnica. Entre as restrições para a implantação do MIP em grandes áreas cultivadas, a falta de tecnologias para fazer o monitoramento das pragas é considerada uma das mais limitantes. Devido ao rápido crescimento da população de lagartas e percevejos, devem-se fazer levantamentos frequentes para determinar se o ataque atingiu o nível de controle ou está causando dano econômico. Atualmente, o método utilizado para fazer a amostragem é a batida de pano, que tem várias limitações, entre elas: (i) dificuldade de contratação de pessoas aptas a realizar as amostragens; (ii) tempo hábil para realização das amostragens; (iii) pessoas com conhecimento técnico para a identificação das pragas; (iv) mudanças no clima mundial que favorecem o crescimento mais acelerado das pragas no campo e (v) falta de assistência técnica. Estes fatores atuam conjuntamente dificultando cada vez mais a implantação do MIP nas áreas de cultivo da soja, mesmo sendo amplamente reconhecido que programas de MIP geram ganhos na produção e reduzem o uso de pesticidas (DE GRANDE E VIVIAN, 2012):

"São inquestionáveis os ganhos obtidos pelos produtores adotantes do MIP ..., devidos à redução do número médio de aplicações de inseticidas e as suas consequências benéficas, como populações equilibradas de insetos, presença de controle biológico natural, redução do custo e de perdas de produção, menor impacto ambiental e redução dos casos de intoxicação de aplicadores e manipuladores de inseticidas "(DE GRANDE E VIVIAN, 2012).

Nesse contexto, é necessária a adoção de novas tecnologias para monitoramento e controle de insetos. Uma técnica que tem se mostrado promissora é a espectroscopia por refletância difusa (ERD) na região do espectro visível entre 300 e 800nm e do infravermelho de 800 a 2500nm. O ataque de pragas causa um estresse fisiológico na planta em decorrência da perda da área foliar, o que resulta em uma alteração na refletância da luz. A ERD pode ser utilizada para capturar alterações na refletância emitida pela planta de soja em relação a diferentes níveis populacionais da praga, possibilitando a estimativa da abundância de lagartas na lavoura e, conseqüentemente,

auxiliando na tomada de decisão do momento adequado para a entrada com controle (CARIOCA et. al., 2011).

## **2. JUSTIFICATIVA**

Dada a demanda por novas técnicas de monitoramento de pragas em campo, principalmente para espécies cultivadas em grandes extensões, é imprescindível o desenvolvimento de novas metodologias de detecção de pragas. Uma técnica promissora é a ERD, que possibilita detectar o estresse em plantas por meio de variações da reflectância da luz. Considerando que os danos de insetos causam estresse fisiológico em plantas devido à redução na área folhar, este projeto pretende avaliar a viabilidade da técnica de ERD para detectar danos causados por insetos desfolhadores em plantas de soja. O presente projeto trará grande contribuição para o desenvolvimento da técnica para o emprego do MIP, particularmente para espécies cultivadas em larga escala. As informações geradas poderão ser utilizadas no monitoramento utilizando veículos aéreos não tripulados (VANT), diminuindo os custos com mão de obra na realização da coleta de dados. Além disso, com a utilização do VANT será possível detectar as regiões infestadas, realizando medidas de controle localizadas e, desta forma, diminuindo o uso de pesticidas.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Manejo Integrado de Pragas (MIP)

O manejo integrado de pragas tem sido recomendado em diversas regiões do mundo como uma forma de reduzir os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes da agricultura moderna. O manejo integrado de pragas é uma técnica que visa manter a população de insetos abaixo do nível de dano econômico (NDE). Para isso, utiliza-se o nível de controle (NC), ou seja, a abundância da praga que exige que medidas de controle sejam tomadas para evitar que a população atinja o NDE aplicação destes produtos. Portanto, segundo os preceitos do MIP, medidas de controle devem ser adotadas apenas quando o NC é atingido (Figura 1). Apesar de aparentemente, simples, esta medida é responsável pela redução significativa no número de aplicações de inseticidas (BOTTON, 2001). Em experimentos realizados pela EMBRAPA na região da Paraná, a adoção do MIP diminuiu o número de aplicações de inseticidas na cultura da soja de 5 para 2,6. A redução na aplicação de inseticidas diminuiu o custo de produção, resultando em aumento no lucro para o produtor e, concomitantemente, gera ganhos ambientais pelo uso adequado dos inseticidas (LANDGRAF, 2015). Na safra de 2013\2014, o Brasil utilizou cerca de 140 milhões de litros de inseticidas para o controle de pragas, devido a não adoção de um critério adequado para aplicação destes produtos.

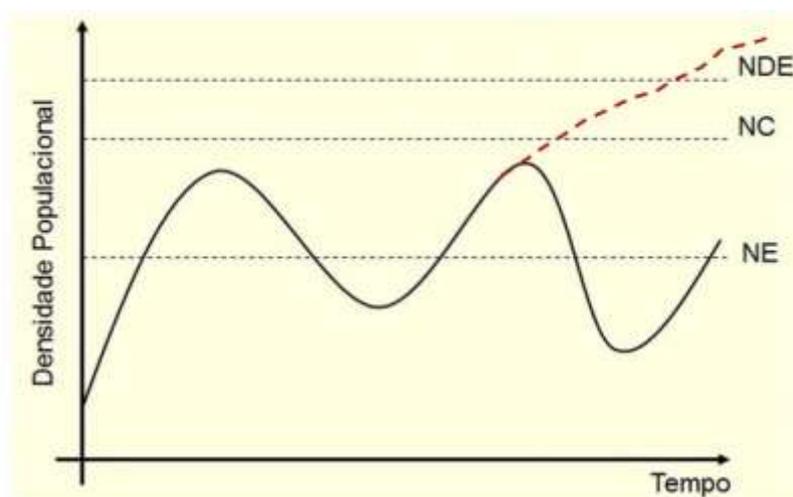


Figura 1. Representação gráfica utilizada na tomada de decisões no MIP.

Fonte: (PROMIP, 2017)

Os níveis de ação são determinados com base no monitoramento da abundância das pragas utilizando-se, entre outros métodos, o pano de batida (Figura 2). Programas de MIP necessitam de atualizações constantes em buscas de novas tecnologias de monitoramento de pragas, visando facilitar sua implantação. Ao longo dos 34 anos de existência várias técnicas foram lançadas (HOFFMANN-CAMPO et. al., 2000).



Figura 2. Técnica do pano de batida utilizado para monitoramento de insetos. Fonte: (CORRÊA-FERREIRA, 2012).

### **3.2. Pragas da Soja e seu dano**

Atualmente as pragas que causam maior perda econômica são as da parte aérea, constituída de 34 pragas causadoras de danos. As pragas podem ser classificadas em primárias e secundárias (Tabela 1). De modo geral, as pragas classificadas como secundária não demandam controle químico, visto que inimigos naturais mantêm o nível populacional abaixo do nível de controle. Por outro lado, as pragas primárias causam danos que podem acarretar perda total da produção caso medidas de controle não sejam adotadas (HOFFMANN-CAMPO et. al., 2000).

Tabela 1. Pragas da soja, parte da planta atacada e sua importância relativa.

Inseto	Parte da planta atacada	Importância
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Fo <sup>1</sup>	Praga principal
<i>Epinotia aporema</i>	Fo, Br, Va	Secundária, com alguma importância em áreas restritas
<i>Omiodes indicatus</i>	Fo	Secundária, geralmente ocorrendo no final do ciclo da cultura, quando a desfolha não é importante
<i>Pseudoplusia includens</i>	Fo	Secundária
<i>Rachiplusia nu</i>	Fo	Secundária
<i>Cerotoma</i> sp.	Fo(A), No(L)	Secundária, em áreas de soja precedida por feijão
<i>Diabrotica speciosa</i>	Fo(A), Ra(L)	Secundária, em áreas de soja precedida por milho "safrinha"
<i>Aracanthus mourei</i>	Fo, Pe	Secundária, ocorrência no início do crescimento da soja
<i>Maecolaspis calcarifera</i>	Fo	Secundária
<i>Megascelis</i> sp.	Fo	Secundária
<i>Chalcodermus</i> sp.	Fo	Secundária, praga regionalmente importante
<i>Bemisia argentifolii</i>	Fo	Secundária, com potencial alto de dano
Gafanhotos	Fo	Esporádica
Ácaros	Fo	Esporádica
Tripes	Fj	Secundária, importante em áreas muito restritas, vetores de vírus da "queima do broto"
<i>Nezara viridula</i>	Va, Se	Praga principal
<i>Piezodorus guildinii</i>	Va, Se	Praga principal
<i>Euschistus heros</i>	Va, Se	Praga principal
<i>Dichelops furcatus</i>	Va	Secundária
<i>Edessa meditabunda</i>	Va	Secundária
<i>Thyanta perditor</i>	Va	Secundária
<i>Acrosternum</i> sp.	Va	Secundária
<i>Ethiella zinckenella</i>	Va	Secundária, com alguma importância em áreas restritas
<i>Spodoptera latifascia</i>	Va	Esporádica
<i>Spodoptera eridania</i>	Va	Esporádica
<i>Maruca testulalis</i>	Va	Esporádica
<i>Sternechus subsignatus</i>	Ha	Praga regionalmente importante
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Ha	Esporádica, usualmente importantes em anos com prolongado período seco, na fase inicial da cultura
<i>Myochrous armatus</i>	Ha	Esporádica
<i>Blapstinus</i> sp.	Pl, Ha	Esporádica
Piolhos-de-cobra	Pl, Pp	Secundária, importante em áreas de semeadura direta
Caracóis e lesmas	Pl, Co, Fj	Secundária, importantes em áreas de semeadura direta
<i>Phyllophaga</i> spp. (Corós)	Ra	Praga regionalmente importante
<i>Scaptocoris castanea</i>	Ra	Praga regionalmente importante
Cochonilhas-da-raiz	Ra	Secundária, importantes em áreas de semeadura direta

<sup>1</sup> Br = brotos; Co = cotilédones; Fj = folhas jovens; Fo = folhas; Ha = hastes; No = nódulos; Pe = pecíolos; Pl = plântulas; Pp = plantas pequenas; Ra = raízes; Se = sementes; Va = vagens.  
(A) = adulto, (L) = larva.

Fonte: (HOFFMANN-CAMPO et. al., 2000).

Atualmente, as principais pragas da soja são a *A. gemmatalis* (lagarta da soja) e *C. includens* (lagarta falsa medideira). Em condições de campo, a identificação destas pragas pode ser realizada com base nas características do dano que causam. Enquanto a lagarta falsa-medideira não se alimenta das nervuras da folha e deixa um aspecto rentilhado onde ela se alimenta (Figura 3A), a lagarta da soja se alimenta de toda a folha (Figura 3B).

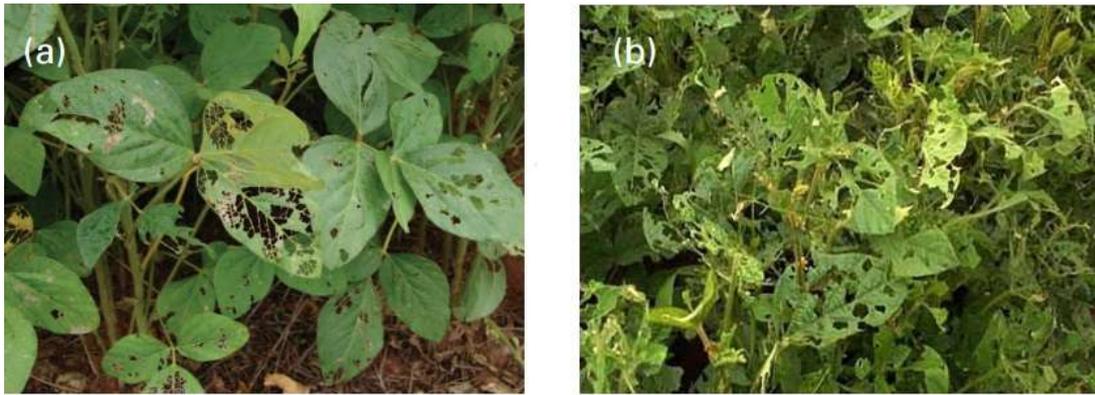


Figura 3. Principais pragas desfolhadoras da soja. *Anticarsia gemmatalis* (A) e *Chrysodeixis includens*. Fonte: (MOSCARDI et. al., 2012).

### 3.3. *Chrysodeixis includens* (Walker, Lepidoptera: Noctidae)

A lagarta-falsa-medideira possui coloração verde-claro, com linhas brancas sobre o dorso. Apresentam três pares de falsas pernas abdominais e seu deslocamento ocorre como medir palmo representado na figura 4. O ciclo de vida é de aproximadamente 46 dias, sendo 5 dias no estágio de ovo, 20 dias no estágio larval, 7 dias no estágio de pupa e 14 dias como adulto. No estagio de lagartas é que causam danos à soja, quando nos primeiros instares se alimentam das folhas mais novas e tenras e, ao se alimentarem, não consomem as nervuras da folha. Uma lagarta pode consumir de 80 a 200 cm<sup>2</sup> de folhas no estágio larval (DE GRANDE E VIVIAN, 2012).



Figura 4. Fase adulta e larval de *Chrysodeixis includens*. Fonte: (GRIGOLLI, 2015)

O controle da *C. includens* pode ser a traves de inseticidas, porém seu controle nem sempre é eficiente, considerando que a lagarta tem hábito de ficar escondida nas folhas baixas e no interior da planta. Além disso, *C. includens* tem preferência por épocas secas e, assim, na hora da aplicação, deve-se ter alguns cuidados, tais como buscar as horas mais frescas do dia e com maior umidade, para evitar a evaporação do inseticida antes que este controle a lagarta. Em períodos úmidos há o controle natural causado pelo fungo *Nomurea rileyi*, mas o uso errôneo de fungicidas para o controle da ferrugem asiática tem afetado o fungo entomopatogênico, favorecendo surtos populacionais (DE GRANDE E VIVIAN, 2012).

#### **3.4. Espectroscopia de Refletância difusa e o monitoramento de pragas**

A espectroscopia de Refletância difusa (ERD) é uma técnica que pode ser utilizada para detectar o estresse causado pelo dano da praga na cultura. Quando as pragas se alimentam da planta, estas causam uma alteração na reflexão da mesma, principalmente na faixa do infravermelho (325 a 1200 nm). Estas alterações na refletância possibilitam detectar a presença da praga na lavoura. A ERD já vem sendo utilizada para o monitoramento de pragas e plantas daninhas, alguns exemplos de utilização é o mapeamento da distribuição de plantas daninhas (LOPES-GRAMADOS, 2011); quantificação dos danos causados por pragas em plantas (STONE et. al., 2001), bem como dos constituintes da bauxita e de minério de ferro (CARIOCA et. al., 2011).

Estudos demonstram que o dano causado pelas pragas reduz a refletância no comprimento de onda próximo do infravermelho (CARTER, 2001) e aumenta a reflexão no espectro visível. Apesar de ser reconhecido que o ataque de pragas causa alteração nas regiões espectrais, ainda existe demanda por estudos com culturas de grande importância econômica (ALVES et. al., 2015). A técnica ERD tem potencial para ser utilizado no monitoramento de pragas, explorando a variabilidade e a densidade populacional de pragas causadoras de danos dentro da lavoura (SEELAN et. al., 2003).

## **4. HIPÓTESE**

A espectroscopia por refletância difusa é uma técnica alternativa para o Manejo integrado de pragas, que permitirá o monitoramento do ataque de *C. includens* para aumentar a eficácia do controle no cultivo da soja.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Geral**

Avaliar à espectroscopia por refletância difusa como alternativa para o monitoramento de *C. includens* na soja em programas de Manejo integrado de praga (MIP).

### **5.2. Específico**

- Identificar feições nas assinaturas espectrais as quais possam ser relacionadas com os danos causados pela *C. Includens* em casa de vegetação.
- Avaliar o tempo de resposta entre o início da infestação do ataque até a alteração na assinatura espectral da atacada.
- Comparar a refletância da cultura da soja com diferentes intensidades de ataques *C. includens*.

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1. Localização do experimento**

O experimento será realizado em casa de vegetação localizada na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, com as coordenadas 27°17' 04' S, 50°32' 03' W e altitude de 1100 m.

### **6.2. Obtenção e multiplicação da *C. Includens***

A criação será realizada em câmara climatizada do tipo BOD regulada a 25°C com fotoperíodo de 14 horas e umidade relativa entre 60 e 80 %. As lagartas utilizadas na criação e posterior realização dos experimentos serão obtidas em cultivos de soja nas proximidades da UFSC, Campus de Curitibanos. As lagartas serão criadas individualmente em recipientes de 50 ml, com uma dieta artificial à base de feijão, caseína, gérmen de trigo, levedura de cerveja, proteína de soja, e complexo vitamínico (HOFFMANN-CAMPO et. al., 1985). As pré-pupas serão transferidas para um recipiente plástico contendo vermiculita até puparem. As pupas serão sexadas através da morfologia dos poros genitais (BUTT; CANTU, 1962). Após sexadas serão transferidas para gaiolas de vidro de 45 x 33 x 35 cm, com uma abertura na parte superior para ventilação e manipulação. Placas de acrílico serão depositadas na lateral da gaiola onde ocorrerá a oviposição. Três vezes por semana as placas de acrílico serão retiradas e submersas em água para realizar a remoção dos ovos, que serão coletados em uma malha fina conforme descrito por Hoffman-Campo et al. (1985). Os adultos serão alimentados com uma solução de mel a 10%, ácido ascórbico e cerveja, que será fornecida na gaiola em uma placa de Petri com algodão embebido na solução.

### **6.3. Cultivo da soja**

A soja será cultivada em casa de vegetação na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. Serão plantadas 3 sementes em vasos de 5 litros contendo aproximadamente 3 kg de substrato, composto por turfa, calcário, e aditivos com adubos minerais e cerca de 50 g de NPK. A fertilização será realizada no plantio e após 30 dias da emergência da plântula da soja. Após 10 dias da germinação será realizado o raleio das plantas deixando apenas uma planta. Os vasos terão uma proteção

com tela para evitar que as lagartas migrem de um vaso para outro ou até mesmo o ataque de outras pragas não desejadas.

#### 6.4. Medição da assinatura espectral

A coleta radiométrica será realizada com o auxílio de um espectrorradiômetro modelo FieldSpec®HandHeld 2 ASD Inc. esse equipamento coleta a resposta espectral no espectro visível e infravermelho (325 a 1075 nm), para obter medições mais precisas, será utilizado o equipamento Contact Probe® e Leaf Clip® acoplados ao espectrorradiômetro demonstrado na figura 5. As leituras de refletância espectral serão realizadas no terço mediano da planta, as medições serão realizadas em cinco folhas por planta, as folhas serão selecionadas aleatoriamente no terço mediano da planta, os dados serão coletados a cada dois dias. Serão realizadas 5 leituras totalizando 8 dias de análise, as leituras serão realizadas no período entre as 13 e 14 horas.

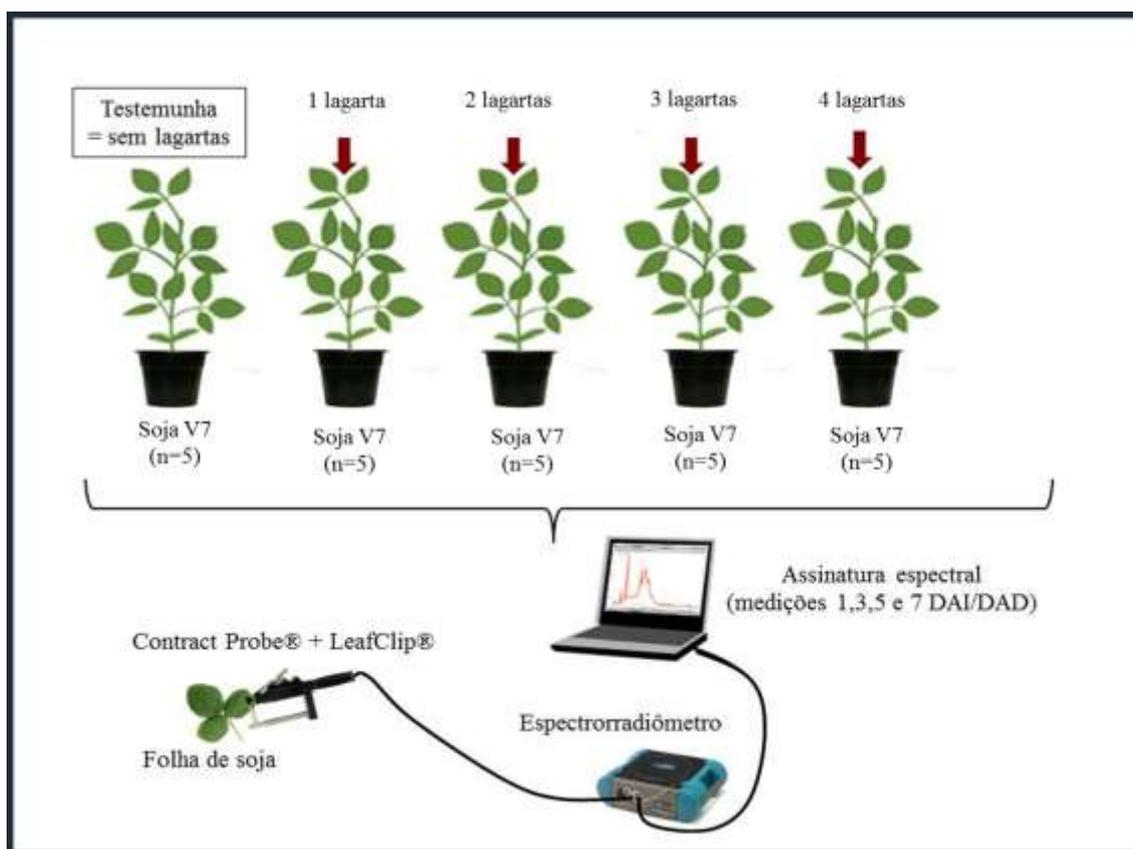


Figura 5: Representação esquemática do experimento, e imagem do espectrorradiômetro utilizado para realizar as medições. Fonte: arquivos do autor.

### 6.5. Avaliação do nível de infestação.

O experimento será implantado para determinar a faixa que sofre alteração da refletância na região do espectro eletromagnético entre 375nm e 1075nm que são afetadas pela desfolha causada pela *C. includens*. O delineamento experimental será inteiramente casualizado (DIC) disposto conforme o croqui na figura 6, com cinco tratamentos (níveis de infestação): 0 (testemunha), 1, 2, 3, 4 lagartas com 1,5 cm de comprimento por planta no estágio fenológico de V7 (sétimo nó). Cada unidade experimental será constituída de um vaso, com uma planta cada, repetido 5 vezes. As avaliações da refletância serão realizadas no comprimento de onda de 325 a 1075nm. No período zero 2, 4, 6 e 8 dias após a inoculação das lagartas. As leituras serão realizadas entre 13 e 14 horas. Para cada leitura será elaborado gráficos demonstrando a refletância da planta em diferentes níveis de infestações de lagarta, para o qual será possível estimar por correlação a quantidade de *C. includens* na cultura da soja.

A	E	D	C	B
D	A	C	B	E
E	C	A	E	D
C	B	B	A	C
B	D	E	D	A

Figura 6: Croqui do experimento dentro da casa de vegetação

### 6.6. ANÁLISE DOS DADOS

Para o processamento dos dados coletados será utilizado o software Unscambler X 10.3. Para realizar a mensuração da media aritmética será utilizada a medida da refletância das plantas sadias e danificada pela lagarta. As assinaturas serão comparadas através da análise de componentes principais (APC), visando diminuir as variações correlacionadas nos conjuntos de dados não relacionados, que possibilitará analisarmos os padrões de distribuição de *C.includens*.

## **7. RESULTADOS ESPERADOS**

Espera se com o experimento desenvolver uma técnica para detecção de *C. includens* por meio da espectroscopia por refletância difusa. Este resultado é importante para o MIP e que pode ser extrapolados para o controle de outras pragas e, conseqüentemente, para reduzir o número de aplicações de inseticidas na cultura da soja diminuindo a contaminação ambiental e custo da lavoura.

## 8. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DO PROJETO (2017/2018)												
Atividades	2017						2018					
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Coleta de <i>C. includens</i>	X	X	X									
Criação de <i>C. includens</i>	X	X	X	X	X	X						
Instalação do experimento			X	X	X	X						
Análise dos resultados							X	X	X	X		
Elaboração do relatório técnico final								X	X	X		
Elaboração resumo e artigo científico									X	X	X	

## 9. ORÇAMENTO

<b>Materiais de consumo</b>			
<b>Descrição</b>	<b>Qtd. (un.)</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Contact Probe®	1	6.800,00	6.800,00
Caseína (500 g)	2	330,00	660,00
Complexo vitamínico (L)	1	45,00	45,00
Feijão carioca (1kg)	5	5,50	27,50
Gaiolas para adultos	2	80,00	160,00
Gérmen de trigo (kg)	4	9,50	38,00
Levedura de cerveja (kg)	2	25,90	51,80
Mel (350 g)	3	12,00	36,00
Peneira de malha fina	1	42,00	42,00
Placas de Petri (pacote com 10)	2	10,30	20,60
Proteína de soja (250 g)	5	5,20	26,00
Recipientes plásticos de 50ml (cx)	1	115,00	115,00
Tampas de papelão	300	0,30	90,00
Vermiculita (5l)	2	10,00	20,00
Adubo (10 kg)	3	10,00	30,00
Arame (kg)	4	12,90	51,60
Mangueira	1	110,00	110,00
Pá	1	6,10	6,10
Substrato (25 kg)	3	20,00	60,00
Tecido tule (m)	100	4,70	470,00
Vasos de 5L	25	6,50	162,50
<b>SUBTOTAL</b>			<b>2.439,50</b>
<b>MATERIAL PERMANENTE</b>			
Estufa BOD	1	7.000,00	7.000,00
Contact Probe®	1	6.800,00	6.800,00
Leaf Clip®	1	6.300,00	6.300,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>20.100,00</b>
<b>SERVIÇO DE TERCEIROS</b>			
Serviços de manutenção dos equipamentos			1.500,00
Banner	1	50,00	50,00
<b>Subtotal</b>			<b>1.550,00</b>
<b>RECURSOS HUMANOS</b>			
Bolsas (1 bolsas x R\$ 450,00 x 12 meses)	2	5.400,00	10.800,00
<b>Subtotal</b>			<b>10.800,00</b>
<b>TOTAL GERAL (R\$)</b>			<b>33.889,50</b>

## 10. REFERÊNCIAS

ALVES, T. M.; MACRAE, I. V.; KOCH, R. L. Soybean aphid (Hemiptera:aphididae) affects soybean spectral reflectance. **Journal of economic entomology**, v.108 p.2655-2664, 2015.

BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil. 2012. 144f.** Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BOTTON, M. MIP – Monitoramento e manejo. **Rev.Cultivar Hortaliças e Frutas** Ed.06. Fevereiro de 2001.

BUTT, B. A.; CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. **USDA**, p. 7,1992.

CARIOCA, A.C.; COSTA, G. M. D.; BARRÓN, V.; FERREIRA, C. M.; TORRENT, J. Aplicação da espectroscopia de refletância difusa na quantificação dos constituintes de bauxita e de minério de ferro. **Revista Escola de Mina**, v. 64, p.199-204, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rem/v64n2/a11v64n2.pdf>. Acessado em: 10/04/2017.

CARTER, G. A.; KNAPP, A. k Leaf optical properties in higher plants: linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. **American Journal of Botany** v.88, p. 677-684, 2001.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Amostragem de pragas da soja. In. HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MUSCARDI, F. Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília: Embrapa, 2012. p.631-672.

DE GRANDE, P. E.; VIVAN L. M. **Pragas da soja. In: Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012.** P.155-206. 2012. Disponível em: [http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/21/21/5385dc2c47c064f727a0d39a094cf2b093463e25dcf50\\_08-pragas-da-soja\\_432333550.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/21/21/5385dc2c47c064f727a0d39a094cf2b093463e25dcf50_08-pragas-da-soja_432333550.pdf) Acessado: 17/05/2017.

EMBRAPA SOJA, **Soja em números 2015/2016.** 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> Acessado:02/04/2017

GRIGOLLI, J. F. J. **Pragas da soja e seu controle.** In: Tecnologia e produção de soja 2014/2015. Disponível em: [http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/191/191/56c303586bc4f2f783b2caeb5e800d80371a8774225b6\\_06-pragas-da-soja-e-seu-controle.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/191/191/56c303586bc4f2f783b2caeb5e800d80371a8774225b6_06-pragas-da-soja-e-seu-controle.pdf) Acessado em 25 de junho de 2017.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORREA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J. Et. al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. EMBRAPA 2000.

HOFFMAN-CAMPO, C. B. H.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. Criação em massa da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*). Embrapa, CNPSo, Documento 10, Londrina PR, 1985. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/445420/1/Doc1.pdf> Acessado em 21 de maio de 2017.

LANDGRAF, L. **Manejo integrado de pragas reduz aplicações de defensivos agrícolas em quase 50%**, Embrapa Soja. Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2634688/manejo-integrado-de-pragas-reduz-aplicacoes-de-defensivos-em-quase-50> Acessado em: 21/04/2017.

LANTMANN, A. Aumento da falsa medeadeira na soja. 16 de setembro de 2014. Acessado em 17/04/2017 disponível em: <http://www.projetosojabrasil.com.br/artigo-falsa-medideira/>.

LÓPEZ-GRAMADOS, F. Weed detection for site-specific weed management: Mapping and real-time approaches. *Weed Research*, v 51, p. 1–11. 2011.

NUNES, J.L.D.S. **Características da soja (*glycine max*)**. 2016 Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas\\_361509.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html). Acessado em 02/04/2017.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. D. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; et. al. Artrópodes que atacam as folhas da soja. **In: Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, p. 213-334. 2012.

PANIZZI, A. R.; CORRÊA, B. S.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S.G. Insetos da soja no Brasil. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1977. 20p. (EMBRAPA-CNPSo. Boletim Técnico, 1).

SEELAN, S. K.; LAGUETTE, A.; CASADY, G. M. SEIELESTAD, G. A. Remote sensing applications for precision agriculture: a learning community approach. **Remote Sensing of Environment**. v.88, p.157-169. 2003.

STONE C.; CHISHOLM L.; COOPS N. Spectral reflectance characteristics of eucalypt foliage damaged by insects. **Australian journal of botany** . v.49, p.687-698, 2001