

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - *CAMPUS* DE CASCAVEL

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**PADRÃO ESPECTRAL DE CULTIVARES DE SOJA POR MEIO DE PERFIS TEMPORAIS
DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)**

PAULO HENRIQUE PERUZZO DE LIMA

CASCAVEL – PARANÁ – BRASIL

JANEIRO – 2014

PAULO HENRIQUE PERUZZO DE LIMA

**PADRÃO ESPECTRAL DE CULTIVARES DE SOJA POR MEIO DE PERFIS TEMPORAIS
DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração **Sistemas Biológicos e Agroindustriais**.

Orientador: Dr. Eritelto Mercante
Coorientadores: Dr. Jerry Adriani Johann
Dr. Silvio Cezar Sampaio

CASCADEL – PARANÁ – BRASIL

JANEIRO – 2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada por Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

L699p Lima, Paulo Henrique Peruzzo de
Padrão espectral de cultivares de soja por meio de perfis temporais do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). / Paulo Henrique Peruzzo de Lima — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2014.
67 f. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Erivelto Mercante
Coorientador: Prof. Dr. Jerry Adriani Johann
Coorientador: Prof. Dr. Silvio Cezar Sampaio
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.
Bibliografia.

1. Sensoriamento remoto. 2. Monitoramento agrícola. 3. NDVI. 4. IAF. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.


CDD 21. ed. 630

PAULO HENRIQUE PERUZZO DE LIMA

"Padrão espectral de cultivares de soja por meio de perfis temporais do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação "*Stricto Sensu*" em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Sistemas Biológicos e Agroindustriais, **aprovada** pela seguinte banca examinadora:


Orientador: Prof. Dr. Erivelto Mercante
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unioeste


Prof. Dr. Claudio Leones Bazzi
Coordenação de Ciência da Computação, UTFPR


Prof. Dr. Eduardo Godoy de Souza
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unioeste

Cascavel, 21 de fevereiro de 2014.

BIOGRAFIA

PAULO HENRIQUE PERUZZO DE LIMA

Nascido em 20 de maio de 1989, na cidade de Cascavel no estado do Paraná. Filho de Maria Gorette Peruzzo de Lima e José Antônio de Lima. Concluiu sua graduação em Agronomia no ano de 2011 na Faculdade Assis Gurgacz. Ingressou no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola – PGEAGRI – Nível de Mestrado no ano de 2012 orientado do professor Dr. Erivelto Mercante.

*Prefiro os que me criticam, porque me corrigem,
aos que me elogiam, porque me corrompem.*

Santo Agostinho

A Deus ofereço...

A minha querida mãe, Maria Gorette, e aos
meus irmãos Luiz, Milene e Viviane,
com muito amor e carinho!

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por se fazer presente em todos os momentos de minha vida;

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PGEAGRI), pela oportunidade e pelo suporte concedidos para a realização desta dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor, orientador e amigo Dr. Erivelto Mercante, por sua capacidade, seus ensinamentos e pela confiança para a realização desta dissertação; aos seus familiares Vanessa Ishisato e Eduardo Mercante pela amizade.

Ao professor Coorientador, Dr. Jerry Adriani Johann, pela sua orientação, dedicação e pelas valiosas sugestões apresentadas a esta pesquisa;

Ao Professor Dr. Silvio Cezar Sampaio, pela dedicação e o conhecimento transmitido ao longo do trabalho;

Aos meus grandes amigos Pablo Valduga, Rafael Vendrame, Bruno Hartmann, André Hipólito, Camila Mariana Lemes, Kátia Rosso, Renato Malfato, Wilian Cassol, Elvis Ribicki e Eric R. Rutzen, pela amizade e pelos bons momentos compartilhados;

Aos colegas de GEOLAB Bruno Bonemberger, Carlos Cattani, Carlos Souza, Jefferson Gonçalves, Lucas Oldoni, Rafaela Nicolau, Suzana Wrublack e Victor Prudente, pela amizade e aos auxílios prestados;

À COODETEC, pela infraestrutura oferecida para o desenvolvimento do trabalho, especialmente ao Laboratório de Biotecnologia e toda a equipe, pela ajuda prestada.

A toda a minha família, em especial a minha mãe Maria Gorette e aos meus irmãos Luiz Eduardo, Milene e Viviane, pela compreensão, pela ajuda e apoio nas horas difíceis.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

PADRÃO ESPECTRAL DE CULTIVARES DE SOJA POR MEIO DE PERFIS TEMPORAIS DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)

RESUMO

A importância econômica da cultura da soja requer o desenvolvimento de técnicas que possibilitem o monitoramento das condições de desenvolvimento de culturas em larga escala. Neste contexto, o monitoramento agrícola por sensoriamento remoto é uma ferramenta com muito potencial. Este monitoramento é realizado por meio de índices de vegetação, sendo mais utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI. Os perfis temporais do NDVI indicam a evolução temporal da biomassa, permitindo monitorar o desenvolvimento fenológico, a duração do período de crescimento, o pico vegetativo, as mudanças fisiológicas das folhas e os períodos de senescência das culturas. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi analisar a relação da resposta espectral de cultivares de soja com seu desenvolvimento fenológico por meio do NDVI. Para tanto, foram realizados dois experimentos nas dependências da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola – COODETEC, no município de Cascavel – PR. Buscando estudar plantas com hábitos de crescimento e ciclos de desenvolvimento distintos, foram utilizadas cinco cultivares de soja. Além disso, também foram testados dois regimes de irrigação, o normal (N) em que não houve estresse hídrico e o regime com estresse hídrico (CEH). Para o experimento 1, foram coletados dados de NDVI e para o experimento 2, foram coletados dados de NDVI e Índice de Área Foliar – IAF. Os dados foram analisados por meio de gráficos comparativos da evolução temporal dos perfis de NDVI para as cultivares, considerando os tratamentos N e CEH. As médias dos índices foram comparadas pelo teste *t-student*, ao nível de 5% de significância. Também foi verificada a relação entre o NDVI de cada cultivar com o seu respectivo estágio de desenvolvimento fenológico. Para o experimento 2, foram gerados modelos de regressão linear simples entre NDVI e IAF para cada cultivar e condição de irrigação. Para o experimento 1, o perfil temporal do NDVI descreveu o comportamento normal da cultura, nos primeiros dias após a semeadura (DAS), e apresentou valores próximos a 0,2; à medida que as plantas se desenvolveram, os valores de NDVI aumentaram até o valor máximo, próximo de 0,9. As cultivares de ciclo determinado obtiveram NDVI máximo aos 56 DAS e estágio V7 e as cultivares de ciclo indeterminado obtiveram NDVI máximo aos 70 DAS e estágio V8. De maneira geral, os tratamentos do regime hídrico normal apresentaram NDVI superiores ao tratamento com estresse hídrico. Em relação ao experimento 2, foram encontrados coeficientes de determinação de 0,50 a 0,86. Verificou-se que o NDVI foi eficiente no monitoramento do desenvolvimento cultura da soja e conclui-se que as funções ajustadas entre o NDVI e IAF podem ser utilizadas para o monitoramento dessa cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto, monitoramento agrícola, NDVI, IAF.

SPECTRAL PATTERN OF SOYBEAN CULTIVARS BY NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION (NDVI) TEMPORAL PROFILES

ABSTRACT

The economic importance of the soy culture demands the development of techniques that allow monitoring the development conditions of large-scale cultures. In this context crop monitoring by remote sensing is a tool with great potential. This monitoring is accomplished by vegetation indices, being commonly used the Normalized Difference Vegetation Index - NDVI. The temporal profiles of NDVI indicate the temporal evolution of biomass, which enables to monitor the phenological development, the duration of growth period, the vegetative peak, the physiological changes of leaves, and the periods of culture senescence. Thus, the aim of this study was analyzing the relations of the spectral response of soybean cultivars with their phenological development by NDVI. To accomplish this, two experiments were carried out within the Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola - COODETEC, in Cascavel, in the state of Paraná. To study plants growth habits and different development cycles, five soy cultivars were used. Furthermore, two irrigation regimes were also tested: the normal one (N), in which there was no water stress, and the water stress regimen (CEH). For experiment 1, NDVI data was collected, while for experiment 2, NDVI and Leaf Area Index (LAI) data were collected. These elements were analyzed by comparative charts of the temporal evolution of NDVI profiles for cultivars, considering treatments N and CEH. The mean ratios were compared using the t-student test at the 5% significance level. The relation between NDVI of each cultivar with their respective phenological development stage was also established. For experiment 2, models of simple linear regression were generated between NDVI and LAI for each cultivar and irrigation condition. For experiment 1, the temporal profile of NDVI described the normal behavior of the culture in the first days after sowing (DAS), and it showed values close to 0.2; as the plants developed, the NDVI values increased until the maximum value, close to 0.9. Determinate cycle cultivars obtained maximum NDVI at 56 DAS and V7 stage, while cultivars of indeterminate cycle obtained NDVI maximum at 70 DAS and V8 stage. In general, normal water regime treatments showed higher NDVI than water stress treatments. Regarding the experiment 2, coefficients of determination from 0.50 to 0.86 were found. The NDVI was efficient in monitoring soybean culture development. Thus, functions set between NDVI and LAI can be used for monitoring the crop.

KEYWORDS: Remote sensing, agricultural monitoring, NDVI, LAI.

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| LISTA DE TABELAS | x |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 Objetivo geral | 2 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 3.1 Soja..... | 3 |
| 3.1.1 Produção e importância econômica..... | 3 |
| 3.1.2 Morfologia e desenvolvimento da planta..... | 4 |
| 3.1.3 Exigências climáticas | 7 |
| 3.2 Sensoriamento remoto | 7 |
| 3.2.1 Breve histórico..... | 7 |
| 3.2.2 Interação da vegetação com a radiação eletromagnética | 8 |
| 3.2.3 Índices de vegetação..... | 10 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 4.1 Caracterização da área de estudo..... | 15 |
| 4.2 Caracterização das cultivares e delineamento experimental | 17 |
| 4.3 Medições e determinações espectrais..... | 19 |
| 4.4 Medições do índice de área foliar | 20 |
| 4.5 Análise dos dados | 22 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5.1 Perfis temporais de NDVI | 24 |
| 5.2 Efeito do estresse hídrico sobre o perfil temporal do índice NDVI | 29 |
| 5.3 Relação do NDVI com o IAF..... | 32 |
| 6 CONCLUSÕES | 36 |
| REFERÊNCIAS | 37 |
| APÊNDICES | 44 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | Produção mundial de soja, em milhões de toneladas | 3 |
| Tabela 2 | Exportações brasileiras de soja em grão | 4 |
| Tabela 3 | Descrição dos estádios de desenvolvimento da cultura da soja..... | 5 |
| Tabela 4 | Características químicas do solo da área experimental. | 16 |
| Tabela 5 | Características das cultivares | 17 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 | Infográfico da fenologia da soja e intervalo médio de dias entre estádios..... | 6 |
| Figura 2 | Grupos de maturação da soja conforme a latitude..... | 6 |
| Figura 3 | Comportamento espectral da folha verde..... | 9 |
| Figura 4 | Mapa de localização da área experimental da Coodetec..... | 15 |
| Figura 5 | Caixote utilizado para a condução do experimento..... | 16 |
| Figura 6 | Croqui dos experimentos 1 (a) e 2 (b)..... | 18 |
| Figura 7 | Medidor de índice de vegetação GreenSeeker..... | 19 |
| Figura 8 | Medidor de índice de área foliar..... | 21 |
| Figura 9 | Ajustes de brilho, contraste e gamma realizados no <i>software Plant Canopy Analysis System</i> para cálculo do IAF..... | 22 |
| Figura 10 | Perfis temporais de NDVI do experimento 1, com indicação dos estádios fenológicos das cultivares 231RR (a), 202RR (b), 2585RR (c), 2630RR (d), 2737RR (f), sob regime irrigado..... | 25 |
| Figura 11 | Perfil temporal do experimento 2, com indicação dos estádios fenológicos da cultivar 2585RR (a), 2737RR (b) e 2630RR (c) sob regime irrigado..... | 26 |
| Figura 12 | Perfil temporal do experimento 2, com indicação dos estádios fenológicos da cultivar 231RR (a) e 202 (b) sob regime irrigado..... | 27 |
| Figura 13 | Danos causados por doenças ocorridos durante o ciclo: (a) folhas infestadas por oídio, (b) lesões cloróticas causadas pelo fungo <i>Fusarium solani</i> , (c) manchas cloróticas iternerval, decorrentes da perda de pigmentação sofrida pela presença de <i>Fusarium solani</i> | 28 |
| Figura 14 | Gráfico boxplot dos dados de NDVI obtidos para a cultivar 2737RR..... | 28 |
| Figura 15 | Gráfico boxplot dos dados de NDVI obtidos para a cultivar 2585RR..... | 29 |
| Figura 16 | Gráficos comparativos de NDVI entre cultivares submetidas aos tratamentos irrigação normal (N) e com estresse hídrico (CEH) para o experimento 1..... | 30 |
| Figura 17 | Gráficos comparativos de NDVI entre cultivares submetidas aos tratamentos irrigação normal (N) e com estresse hídrico (CEH) para o experimento 2..... | 31 |
| Figura 18 | Fotos comparativas da cultivar 2737RR, do tratamento com estresse hídrico, aos 110 DAS (a) e aos 113 DAS (b)..... | 32 |
| Figura 19 | Evolução do perfil temporal do NDVI e do IAF..... | 33 |
| Figura 20 | Funções de relação entre o índice de vegetação NDVI e do IAF..... | 35 |

1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal oleaginosa produzida e consumida mundialmente, sendo de grande importância para a alimentação humana e animal por seu alto teor de proteína. Para o Brasil a importância do complexo de soja pode ser dimensionada tanto pelo grande crescimento de sua produção quanto pela arrecadação com as exportações de soja em grãos e derivados.

Dada a importância econômica e social da cultura da soja, é relevante o desenvolvimento de técnicas e métodos que possibilitem o monitoramento das condições de desenvolvimento das plantas. Uma das alternativas interessantes e que têm contribuído muito neste sentido, é o uso de técnicas de sensoriamento remoto orbital, que permitem um estudo em escala regional e com adequada periodicidade. Na literatura são abundantes os trabalhos desenvolvidos neste tema, mostrando a contribuição de imagens de satélite em sistemas de previsão de safras, tanto para estimativa de área cultivada e rendimento, como para o acompanhamento da evolução temporal das plantas.

O monitoramento agrícola por sensoriamento remoto é realizado por meio de índices de vegetação (IV) que são definidos como combinações de dados espectrais de duas ou mais bandas. Na literatura, inúmeros são os IV encontrados, sendo que a maioria é obtida a partir de medidas de refletâncias nas faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético.

Dentre os índices de vegetação, o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), proposto por Rouse *et al.* (1974), é um dos mais conhecidos e utilizados. Os perfis espectrotemporais do NDVI, gerados a partir de observações sequenciais desse índice, indicam a evolução temporal da biomassa permitindo monitorar o desenvolvimento fenológico, duração do período de crescimento, pico vegetativo, mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência das culturas.

Uma forma de dar suporte ao monitoramento agrícola é a condução de estudos básicos, usando radiometria terrestre. Nestes, é possível estabelecer relações úteis entre as respostas espectrais da cultura da soja e o seu desenvolvimento fenológico que são fundamentais para subsidiar os sistemas de previsão de safras por sensoriamento remoto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a relação da resposta espectral de cultivares de soja com seu desenvolvimento fenológico por meio do índice NDVI, visando fornecer informações passíveis de serem usadas em sistemas de monitoramento agrícola.

2.2 Objetivos específicos

Analisar as variações no padrão dos perfis espectrotemporais do índice NDVI de cultivares de soja submetidas a estresse hídrico.

Relacionar o índice de vegetação NDVI com o índice de área foliar para cultivares de soja, ao longo do ciclo da cultura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Soja

3.1.1 Produção e importância econômica

A soja (*Glycine max* L.) é a principal oleaginosa produzida e consumida em todo o mundo. Devido ao seu elevado teor de proteínas é de grande importância para a alimentação humana e animal (FAOSTAT, 2013).

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) estima que na safra 2013/2014 a produção mundial da cultura seja de 283,54 milhões de toneladas (Tabela 1). Os principais produtores mundiais são os Estados Unidos, o Brasil e a Argentina com produção estimada, para a safra 2013/2014, de 88,7, 88,0 e 53,5 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2013).

Tabela 1 Produção mundial de soja, em milhões de toneladas

| Países | Safras | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14* |
| Estados Unidos | 91,42 | 90,61 | 84,19 | 82,56 | 88,66 |
| Brasil | 69,00 | 75,30 | 66,50 | 81,46 | 88,00 |
| Argentina | 54,50 | 49,00 | 40,10 | 49,30 | 53,50 |
| Outros Países | 45,93 | 49,77 | 48,36 | 54,56 | 53,38 |
| Total | 260,85 | 264,68 | 239,15 | 267,88 | 283,54 |

Nota: *Estimativa.

Fonte: USDA (2013).

Seguindo a tendência mundial, a cultura da soja ganha cada vez mais espaço na produção agrícola brasileira (PARANÁ, 2013). Nas últimas três décadas, foi a cultura agrícola que mais cresceu no Brasil, alcançando 49% da área cultivada com grãos (BRASIL, 2013).

A área de plantio estimada pela CONAB (2013a) para a safra 2013/2014 está entre 28.663,7 e 29.356,1 mil hectares. Crescimento de 3,4 a 5,9%, em relação à safra anterior, consolidando uma tendência de aumento observado em todas as regiões produtoras no país.

Segundo a CONAB (2013b), o Estado do Mato Grosso é o maior produtor de soja do Brasil. Na safra 2012/1013 cultivou uma área de 7,82 milhões de hectares e produziu 23,7 milhões de toneladas do grão. O Estado do Paraná foi o segundo maior produtor, cultivando um total de 4,71 milhões de hectares, com produção de 15,08 milhões de toneladas.

A cadeia produtiva da soja é de grande importância para a economia brasileira. Entre os anos de 2008 e 2011 as exportações brasileiras de soja em grão aumentaram 32%. O total exportado pelo país, em média, nos últimos anos foi de cerca de 29 milhões de toneladas anuais de soja em grão, o que corresponde a 45% da produção brasileira (PARANÁ, 2013). No ano de 2012, o total exportado foi de 32,92 milhões de toneladas, gerando uma receita de 17,46 bilhões de dólares (Tabela 2).

Tabela 2 Exportações brasileiras de soja em grão

| Ano | Quantidade | US\$ FOB | US\$/t |
|-------------------|------------|----------|--------|
| 2008 ¹ | 24,91 | 10,94 | 439,31 |
| 2009 ¹ | 28,57 | 11,41 | 399,59 |
| 2010 ¹ | 29,06 | 11,04 | 379,67 |
| 2011 ¹ | 33,00 | 16,31 | 494,29 |
| 2012 ² | 32,92 | 17,46 | 526,69 |

Fonte: 1 - PARANÁ (2013);

2 - MDIC/SECEX (2013).

3.1.2 Morfologia e desenvolvimento da planta

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta e autógama, com variabilidade para as características morfológicas, como ciclo vegetativo e reprodutivo, altura de planta, quantidade de ramificações etc., por ser muito influenciada pelo ambiente (SEDIYAMA, 2009). O sistema radicular da soja, em condições normais de cultivo, distribui-se quase totalmente nos primeiros 15 cm do solo. Essas raízes correspondem a 40% da superfície radicular (MITCHELL; RUSSEL, 1971). Este sistema é constituído de raiz axial principal e de raízes secundárias (FEHR; CAVINESS, 1977; MÜLLER, 1981), onde se encontram os nódulos, resultantes da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

O caule é do tipo herbáceo, ereto, pubescente, ramificado e de crescimento morfológico diversificado, podendo ser determinado, semideterminado ou indeterminado, variando de acordo com as características do ápice do caule principal (SEDIYAMA, 2009). De acordo com Borém (2000) e Mundstock e Thomas (2005), as cultivares com hábito de crescimento determinado têm as plantas com caules terminados por ráceros florais e, após

o início do florescimento, a gema apical termina sua atividade vegetativa. Enquanto as cultivares de hábito de crescimento indeterminado não apresentam ráceros florais terminais e continuam desenvolvendo nós e alongando o caule, de forma que o crescimento vegetativo prossegue até o final do florescimento.

Durante o ciclo da cultura se desenvolvem três tipos distintos de folhas: dois cotilédones que formam o primeiro par, as simples ou unifoliadas que se sucedem aos cotilédones e as compostas ou trifoliadas. As plantas de soja possuem flores completas² que podem ocorrer em ráceros terminais ou axilares. Os frutos são do tipo vagem com número de grãos variando de um a cinco por vagem, sendo que para a maioria das cultivares é mais comum apresentar dois ou três grãos por vagem (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA *et al.*, 1996).

A descrição dos estádios de desenvolvimento da soja identifica precisamente a fase em que se encontra a cultura. Essa descrição é baseada no número de nós, no desenvolvimento das folhas e flores e divide o desenvolvimento da soja em duas fases: vegetativa e reprodutiva (Tabela 3).

Tabela 3 Descrição dos estádios de desenvolvimento da cultura da soja

| Fase Vegetativa |
|----------------------------------------------------------------|
| VC: Da emergência a cotilédones abertos |
| V1: Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas |
| V2: Segundo nó; primeiro trifólio aberto |
| V3: Terceiro nó; segundo trifólio aberto |
| Vn: Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração |
| Fase Reprodutiva |
| R1: Início da floração: até 50% das plantas com flor |
| R2: Floração plena: maioria dos racemos com flores abertas |
| R3: Final da floração: flores e vagens com até 1,5cm |
| R4: Maioria das vagens no terço superior com 2-4cm |
| R5.1: Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação |
| R5.2: Maioria das vagens com granação de 10%-25% |
| R5.3: Maioria das vagens entre 25% e 50% de granação |
| R5.4: Maioria das vagens entre 50% e 75% de granação |
| R5.5: Maioria das vagens entre 75% e 100% de granação |
| R6: Vagens com granação de 100% e folhas verdes |
| R7: Uma vagem normal no caule com coloração de madura |
| R8: 95% das vagens com coloração de madura |

Fonte: Adaptado de Neumaier, Nepomuceno e Farias (2000).

Os estádios de desenvolvimento são uma terminologia padrão essencial para compreensão da maturidade das cultivares, uma vez que as variedades diferem entre si

² Flores completas são aquelas que possuem pétala, sépala, perianto, receptáculo floral, pedúnculo, estigma e antera.

quanto ao ciclo de desenvolvimento. A Figura 1 apresenta um infográfico da fenologia da soja e intervalo médio de dias entre estádios.

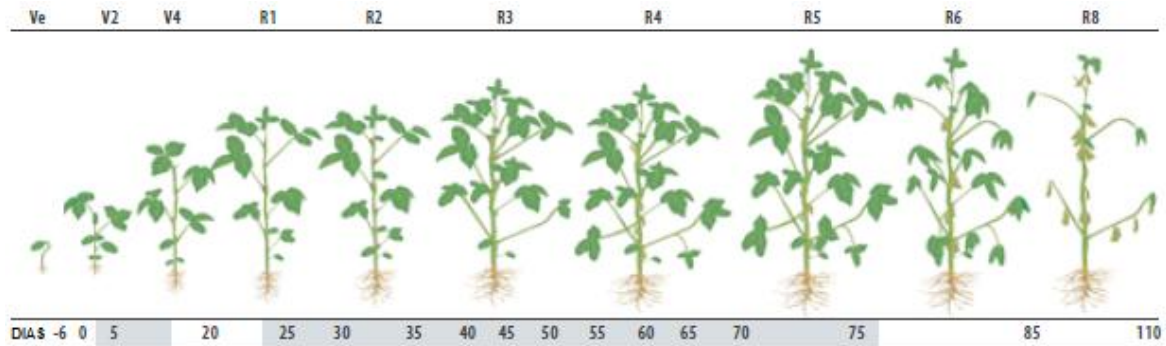


Figura 1 Infográfico da fenologia da soja e intervalo médio de dias entre estádios.

Fonte: Down AgroSciences (2014).

O ciclo da cultura, desde a germinação até a época de senescência, pode variar de 75 a 210 dias, sendo influenciado pela cultivar, latitude, altitude, temperatura média e época de semeadura (MENOSSO, 2000). As cultivares da soja são classificadas por grupos de maturação. Este sistema varia de zero a 10, ou seja, quanto maior é o seu número, mais próximo ao Equador será sua região de adaptação. Como se pode visualizar na Figura 2, no Brasil os grupos indicados variam de 5.5 a 10. Cada grupo de maturação se ajusta melhor em determinada faixa de latitude, em função de sua resposta ao fotoperíodo, variando de acordo com a quantidade de horas/luz a que é exposta (PENARIOL, 2000).

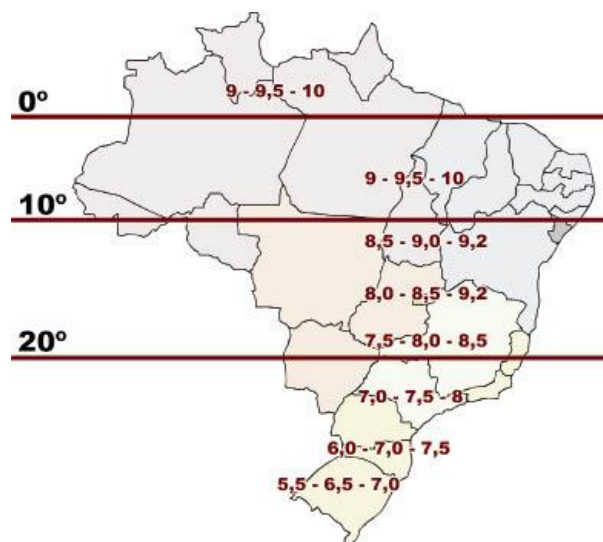


Figura 2 Grupos de maturação da soja conforme a latitude.

Fonte: Adaptado de Alliprandini *et al.* (2009).

3.1.3 Exigências climáticas

Durante seu ciclo, a cultura da soja exige entre 450 e 800 mm de água, para alcançar boa produtividade, sendo que a variação na necessidade hídrica se deve à interação com outros fatores climáticos e do sistema de manejo (REICHARDT, 1987). A disponibilidade de água é essencial nos períodos da germinação à emergência e da floração ao enchimento de vagens. Berlato, Matzenauer e Bregamaschi (1986) citam que a necessidade hídrica máxima se dá na floração e no enchimento de vagens, sendo necessário de 7 a 8 mm dia⁻¹ disponíveis para a cultura.

No tocante a temperatura, a soja se desenvolve melhor na faixa entre 20 e 30 °C (EGLI; WARDLAW, 1980) com temperatura ideal próxima a 30 °C (FARIAS, 2000; EMBRAPA, 2006). O crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo em temperaturas menores ou iguais a 10 °C (EMBRAPA, 2010). Para a germinação, a temperatura do solo ideal é em torno de 25 °C, sendo que temperaturas abaixo de 20 °C prejudicam a germinação (EMBRAPA, 2006).

Outro fator que interfere no desenvolvimento das plantas de soja é a duração das horas de luz. A soja floresce quando as horas de luz são inferiores a determinado valor, denominado fotoperíodo crítico (CÂMARA *et al.*, 1997). Segundo Rangel (2013), para que a soja floresça é necessário um período de luz inferior a 13 horas, enquanto que, de acordo com Marion (2004), períodos de luminosidade superiores a 16 horas inibem o florescimento e a frutificação.

No entanto, Rodrigues *et al.* (2001) relatam que a sensibilidade ao fotoperíodo depende das características genéticas da cultivar, e o seu grau de resposta ao estímulo fotoperiódico é o principal determinante da área de adaptação das diferentes cultivares. Deste modo, existem cultivares que não obedecem a regra em que, somente há florescimento em períodos luminosos inferiores a 13 horas.

3.2 Sensoriamento remoto

3.2.1 Breve histórico

A evolução do sensoriamento remoto (SR) está ligada ao desenvolvimento da fotografia e da pesquisa espacial, sendo que as fotografias aéreas foram o primeiro produto de sensoriamento remoto empregado (AVERY; BERLIN, 1992). A primeira fotografia que se

tem notícia foi obtida por Daguerre e Niepce em 1839. A utilização de fotografias aéreas foi recomendada para levantamentos topográficos já em 1840. Nesse sentido, o desenvolvimento da fotografia aérea foi rápido, pois, em 1858, o Corpo de Engenharia da França utilizou fotografias obtidas a partir de balões para o mapeamento do território francês. O advento do avião e o desenvolvimento de câmeras fotográficas e filmes impulsionou as aplicações das fotografias aéreas para o levantamento de recursos naturais (MORAES, 2013).

Em meados da década de 1930, as fotografias aéreas coloridas tornaram-se disponíveis e, nesta mesma época, teve início o desenvolvimento de filmes sensíveis à radiação infravermelha. Com o advento da 2ª Guerra Mundial, começaram os estudos referentes à interação da radiação eletromagnética com os objetos, com a finalidade de utilizar filmes infravermelhos para detectar camuflagem (CAMPBELL, 1996; MORAES, 2013).

O termo sensoriamento remoto (SR) apareceu pela primeira vez na literatura no ano de 1960 e está relacionado ao desenvolvimento da área espacial nesta década, que, historicamente, ficou conhecida como a década da corrida espacial. Com o lançamento do primeiro satélite da série *Landsat*, colocado em órbita em 1972 pelos Estados Unidos, teve início o SR moderno. Ao programa americano *Landsat* seguiram outros, como os europeus, canadenses, asiáticos e sul americanos, cada um procurando atender a necessidades específicas (MENESES, 2013; VIÑA, 2004).

3.2.2 Interação da vegetação com a radiação eletromagnética

A aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e sua relação com a vegetação está relacionada com o processo de interação entre a radiação eletromagnética (REM) e as partes que compõem as plantas. A folha é o principal elemento da vegetação, sob o ponto de vista da interação com a REM. Quando se compara as curvas de refletância de uma folha verde sadia com as medições de dosséis, estas apresentam formas muito semelhantes, permitindo que os padrões de refletância apresentado pelos dosséis possam ser previstos, de acordo com o padrão de refletância da folha verde (Figura 3) (CLARK, 1999; PONZONI, 2001).

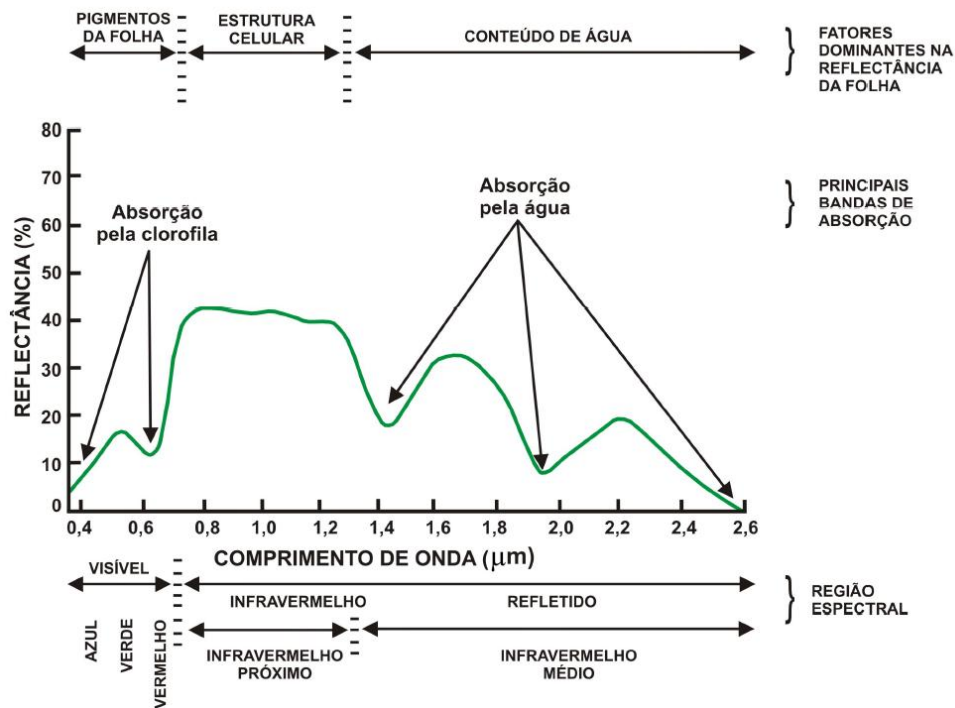


Figura 3 Comportamento espectral da folha verde.

Fonte: Adaptado de Swain *et al.* (1978).

Ao atingir a vegetação, a REM interage com esta e resulta em três frações. Uma parte é absorvida, outra refletida e a terceira sofre o processo de transmissão. Os constituintes da folha que são considerados mais importantes para interação com a radiação são: celulose (encontrada na parede celular), solutos (íons, moléculas), espaços intercelulares e pigmentos existentes dentro dos cloroplastos (PONZONI, 2001, PONZONI; SHIMABUKURO, 2009).

A vegetação sadia tem grande interação com a REM na região do visível (0,4 a 0,7 μm) e infravermelho próximo (0,7 a 1,3 μm). A absorção na faixa do visível é consequência das duas bandas da clorofila (azul e vermelho) e de outros pigmentos, por exemplo, as carotenoides e as antocianinas. Nesta faixa, o pico de refletância ocorre em, aproximadamente, 0,54 μm, que é a região espectral do verde (COURA, 2007).

A região do infravermelho próximo não é utilizada pela fotossíntese. A refletância nessa região é resultante, principalmente, da estrutura interna da folha, bem como a arquitetura do dossel. Nesta região, as folhas geralmente refletem de 40% a 60% da energia incidente sobre elas e a maior parte do restante é transmitida, já que pouca ou nenhuma absorção ocorre (COURA, 2007). Fatores externos à folha, como a disponibilidade de água, podem causar alterações na relação água-ar no mesófilo, podendo alterar a refletância de uma folha nesta região (PONZONI, 2001).

Na região do infravermelho médio, a REM é essencialmente absorvida ou refletida pela vegetação verde com pouca ou nenhuma transmissão de energia (CLARK, 1999). A água absorve consideravelmente a REM incidente, sendo mais acentuada nos comprimentos de: 1450 nm, 1950 nm e 2700 nm.

De acordo com Moreira (2003), os principais fatores morfológicos que influenciam na refletância do dossel são: densidade da cobertura vegetal, distribuição horizontal e vertical das folhas e ângulo de inserção foliar. Além disso, há diversos fatores fisiológicos que influenciam na resposta espectral das plantas, entre eles, pode-se citar: a idade da planta, o déficit hídrico, o tipo e a espessura das folhas, a deficiência de nutrientes, entre outros. Em relação à senescência das plantas deve-se destacar que a concentração de pigmentos, principalmente a clorofila, diminui, resultando em uma maior refletância nas regiões do visível e infravermelho próximo.

Pesquisas se concentram no esclarecimento de alguns aspectos da relação entre as respostas espectrais e a fisiologia das plantas sob estresse. Na vegetação estressada, o teor de clorofila diminui, alterando a proporção de pigmentos de absorção de luz, o que leva a uma redução na absorção da luz (ZARCO-TEJADA *et al.*, 2000, CLAY *et al.*, 2006). Estas mudanças afetam a assinatura espectral das plantas, através da redução na refletância na região do verde e aumento da refletância nas regiões do vermelho e azul, resultando em alterações nos padrões normais da refletância espectral das plantas (ZARCO-TEJADA *et al.*, 2000, CAMPBELL *et al.*, 2007).

3.2.3 Índices de vegetação

Desde a década de 1960, cientistas vêm extraindo e modelando muitos parâmetros biofísicos da vegetação com o uso do Sensoriamento Remoto. Grande parte das pesquisas envolve a utilização de índices de vegetação (IV), os quais se configuram como medidas radiométricas adimensionais, que indicam a atividade da vegetação, incluindo o índice de área foliar, porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde, radiação fotossinteticamente ativa absorvida, entre outros.

Os IV são obtidos pela soma, diferença, razão ou qualquer combinação linear, da refletância ou radiância, de dois ou mais intervalos de comprimento de onda. Foram desenvolvidos com o objetivo de diferenciar o substrato da vegetação, que interfere no comportamento espectral das culturas e fornecem um valor numérico que possa ser relacionado com vários parâmetros da planta (GITELSON *et al.*, 2002).

Um IV ideal deve maximizar a sensibilidade a parâmetros biofísicos das plantas para fins de validação e controle de qualidade. Também deve normalizar efeitos externos como ângulo solar, ângulo de visada e as interferências atmosféricas e internas, como variações

no substrato abaixo do dossel, incluído topografia, solos e diferenças quanto à vegetação senescente ou presença de ramos lenhosos (JENSEN, 2009, MOULIN; GUÉRIF, 1999).

A maioria dos IV é obtida a partir de medidas do fator de refletância sobre dosséis agrícolas, nas faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo (PONZONI; SHIMABUKURO, 2009; RITCHIE, 2003). Há duas razões básicas para o uso destas faixas espectrais, a primeira é que estão presentes em quase todos os satélites meteorológicos e de recursos terrestres e contêm mais de 90% da informação espectral da vegetação.

Entre os diversos IV existentes, o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) proposto por ROUSE *et al.* (1974) é um dos mais utilizados, o qual é definido pela Equação (1):

$$\text{NDVI} = (\text{IVP} - \text{V}) / (\text{IVP} + \text{V}) \quad (1)$$

em que:

- IVP = refletância obtida na faixa espectral do infravermelho-próximo;
- V = refletância obtida na faixa espectral do vermelho.

Outro IV amplamente utilizado é o *Simple Ratio* (SR), também conhecido como *Ratio Vegetation Index* (RVI), proposto por Pearson e Miller (1972), o qual é calculado de acordo com a Equação (2).

$$\text{SR} = \text{IVP} / \text{V} \quad (2)$$

em que:

- IVP = refletância obtida na faixa espectral do infravermelho-próximo;
- V = refletância obtida na faixa espectral do vermelho.

Embora numericamente os valores do NDVI possam variar entre -1 e 1, a vegetação está associada aos valores positivos. Materiais que refletem mais intensamente na porção do vermelho em comparação com o infravermelho próximo (nuvens, água e neve) apresentam NDVI negativo. Solos descobertos e rochas refletem o vermelho e o infravermelho próximo quase que na mesma intensidade, conseqüentemente seu NDVI aproxima-se de zero (PONZONI, 2001, PONZONI; SHIMABUKURO, 2009).

O NDVI pode apresentar saturação quando o dossel vegetal em estudo atinge valores do índice de área foliar (IAF) de moderados a elevados (HUETE *et al.*, 2002, GITELSON, 2004; WU; WANG; BAUER, 2007; GONZÁLEZ-SANPEDRO *et al.*, 2008). Essa saturação é atribuída à insensibilidade da refletância na região do vermelho, devido ao

elevado coeficiente de absorção da clorofila, que pode chegar a 90-95% da radiação incidente. Portanto, um aumento no IAF não traz mudança significativa na absorção e refletância nesse comprimento de onda (HATFIELD *et al.*, 2008).

Este índice tem sido utilizado em várias aplicações operacionais, incluindo mapeamentos (VICENTE *et al.*, 2012, FIGUEIREDO; CARVALHO, 2006), classificação do uso da terra (DEMARCHI; PIROLI; ZIMBACK, 2011), detecção de mudanças e monitoramento ambiental (RÊGO *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2010). É um importante parâmetro para várias análises, em diferentes níveis de abrangência, como: local, regional e global (PETERSON *et al.*, 1988).

Além disso, o NDVI pode ser correlacionado a vários parâmetros da vegetação, tais como: fitomassa (LIU *et al.*, 2010; JOHANSEN e TØMMERVIK, 2013), IAF (XAVIER, 2002; POTITHEPA *et al.*, 2010; MONTEIRO *et al.*, 2012), produtividade (BOLTON; FRIEDL, 2013; MERCANTE, *et al.*, 2010), atividade fotossintética (TUCKER, 1979; JIANG *et al.*, 2008) e porcentagem de cobertura vegetal (BARET; GUYOT, 1991).

Xavier (2002), estudando a relação entre o IAF e os IV SR, NDVI e SAVI, em culturas estabelecidas numa área correspondente à microbacia rural do Ribeirão dos Marins, Piracicaba - SP, notou que o padrão geral das curvas obtidas, nas relações estudadas, foi similar e que o modelo de regressão potencial foi aquele que obteve o ajuste mais adequado às relações IAF e índices de vegetação. Verificou, ainda, nas relações IAF-NDVI e IAF-SAVI, que os valores do NDVI e SAVI aumentaram mais rapidamente para menores valores de IAF, mas tenderam a se estabilizar para maiores valores deste índice. Os coeficientes de determinação encontrados nas relações IAF-SR, IAF-NDVI e IAF-SAVI foram de 0,70, 0,72 e 0,56, respectivamente, mostrando que o IAF apresentou melhor relação com o NDVI.

Xavier (2002) concluiu que o emprego do NDVI, como técnica de sensoriamento remoto, foi eficaz para mapear o IAF em nível regional, servindo como meio de entrada em modelos para cálculo regional da evapotranspiração.

Ao analisar a relação entre NDVI e IAF para a cultura da soja, usando de modelos lineares de regressão, Holben, Tucker e Fan (1980) observaram boa correlação entre as variáveis ($r = 0,79$). Notaram, ainda, que o NDVI aumentou mais rapidamente para menores valores de IAF, tendendo a se estabilizar para maiores valores deste índice. Tal comportamento foi observado também por outros autores, dentre eles Turner, Cohen e Kennedy (1999) que, usando da regressão do tipo potencial, observaram, em vegetação de clima temperado, a saturação do índice NDVI ocorrendo em IAF situado entre 3 e 5.

Monteiro *et al.* (2012) estudaram a relação entre as variáveis IAF, altura de planta e produtividade, para a cultura do feijoeiro, e os IV *Narrow-band Normalized Difference Vegetation Index* (NB_NDVI) e NDVI. Estes autores notaram que os índices de vegetação

NB_NDVI e NDVI apresentaram aumento de valores de coeficiente de determinação (R^2) com o desenvolvimento da cultura e com o aumento de biomassa. Verificaram, ainda, que a melhor regressão para o rendimento de grãos ($R^2 = 0,84$), IAF ($R^2 = 0,87$) e altura da planta ($R^2 = 0,87$) foram obtidas com o índice NB_NDVI nos estádios R6, R6 e V4, respectivamente. O índice NDVI explicou até 78% da variação do IAF, 82% da variação da altura da planta e 81% da variação do rendimento de grãos para os estádios R6, V4 e R6, respectivamente.

Os IV também vêm sendo utilizados para a identificação dos estádios fenológicos dos cultivos agrícolas (SAKAMOTO *et al.*, 2005, 2010, WARDLOW; EGBERT, 2008; ADAMI, 2010; YOU, 2013; COUTO JÚNIOR; CARVALHO JUNIOR; MARTINS, 2013). Nesse sentido, a caracterização do estágio fenológico de uma cultura é essencial para subsidiar modelos de estimativa de produtividade que, além de dados meteorológicos e pedológicos, requerem informações sobre a data de plantio e o intervalo de duração de cada estágio fenológico (FARIA *et al.*, 2009).

Sakamoto *et al.* (2005) utilizaram imagens do IV *Enhanced Vegetation Index* (EVI), obtidas das imagens do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), nas quais aplicaram as técnicas de análise harmônica e de Wavelet para filtrar os dados, antes de estimar a fenologia do arroz. Nesse trabalho, os autores concluem que, apesar de não haver diferença significativa, os dados filtrados por Wavelet apresentaram melhores resultados, em comparação aos que foram filtrados pela análise harmônica, e mostraram ainda que é possível estimar os estádios fenológicos do arroz.

Sakamoto *et al.* (2010) estimaram os estádios fenológicos V2.5 (duas ou três folhas desenvolvidas), R1 (fase de florescimento), R5 (formação de dentes) e R6 (maturação fisiológica), para a cultura do milho, e os estádios V1 (folhas unifolioladas abertas), R5 (fase de enchimento de grãos), R6 (vagens com granação de 100% e folhas verdes) e R7 (uma vagem normal no caule com coloração de madura) para a cultura da soja. Os estádios fenológicos foram estimados a partir dos dados de séries temporais do índice de vegetação *Wide Dynamic Range Vegetation Index* (WDRVI) de 8 dias, derivado do sensor MODIS, utilizando uma metodologia denominada *Two-Step Filtering* (TSF). Essa metodologia foi aplicada ao longo de 6 anos (2003 a 2008) em duas áreas irrigadas e uma área de sequeiro, cultivadas com soja e milho. Os resultados das estimativas foram comparados com os estádios fenológicos determinados no campo. O erro quadrático médio (RMSE) da estimativa do estágio fenológico para a cultura do milho variou de 2,9 (R1) a 7,0 (R5) dias e para a cultura da soja o RMSE variou de 3,2 (R6) a 6,9 (R7) dias. Com a finalidade de testar a capacidade do método TSF, em caracterizar o estágio fenológico de culturas agrícolas em uma área geográfica maior, esta metodologia foi aplicada, por dois anos (2001 e 2002), sobre o leste do estado de Nebraska. Os resultados foram comparados com os dados

fornecidos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). O RMSE das estimativas dos estádios fenológicos variou de 1,6 (R1) a 5,6 (R5) dias para o milho e de 2,5 (R7) a 5,3 (R5) dias para soja.

Adami (2010) estimou as datas de semeadura, de mudança de estágio fenológico R1 (início do florescimento) para R3 (início da formação de vagens), que são consideradas as datas em que a cultura atinge o Máximo Desenvolvimento Vegetativo (MDV), e as datas de R8 (maturação plena). A estimativa das datas de semeadura foi realizada com base nos dados do índice de vegetação EVI de 8 dias derivado do sensor MODIS, os dados foram filtrados com Wavelet. A data de semeadura foi considerada o ponto de mínimo da inflexão da curva da série temporal. Os resultados foram comparados com dados de campo, verificando-se um erro médio absoluto de 9 dias e correlações variando entre 0,82 e 0,90. Devido à falta de dados de campo para comparar datas de mudança de estágio R1 para R3 e as datas de R8 estimado pelos dados do EVI foram utilizados dados estimados pelo modelo do Sistema de Monitoramento Agroclimático (SMA). A data de mudança de R1 para R3 (MDV) foi considerada a correspondente ao ponto de máximo da inflexão da curva do EVI. Quando comparada as datas estimadas através da curva de EVI com os dados estimados pelo SMA, o autor concluiu que não houve diferença estatística. A data de R8 foi estimada como sendo 70% do número de dias entre o ponto de máximo (MDV) e o ponto de mínimo, o que indica solo exposto ou palhada. Quando foi comparada a data de R8 estimada através da curva de EVI com as datas obtidas pelo SMA, notou também que não houve diferença estatística entre elas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

Para esta pesquisa foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação. O primeiro foi realizado de 31 de maio a 20 de setembro de 2012, sendo chamado Experimento 1; o segundo de 5 de julho de 2013 a 8 de janeiro de 2014, sendo denominado Experimento 2. Os experimentos foram realizados na sede da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), no município de Cascavel, PR (**Figura 4**).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é subtropical mesotérmico caracterizado como Clima subtropical – Cfa, com temperatura média anual de 19,6 °C e precipitação anual de 1971 mm. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, de textura argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

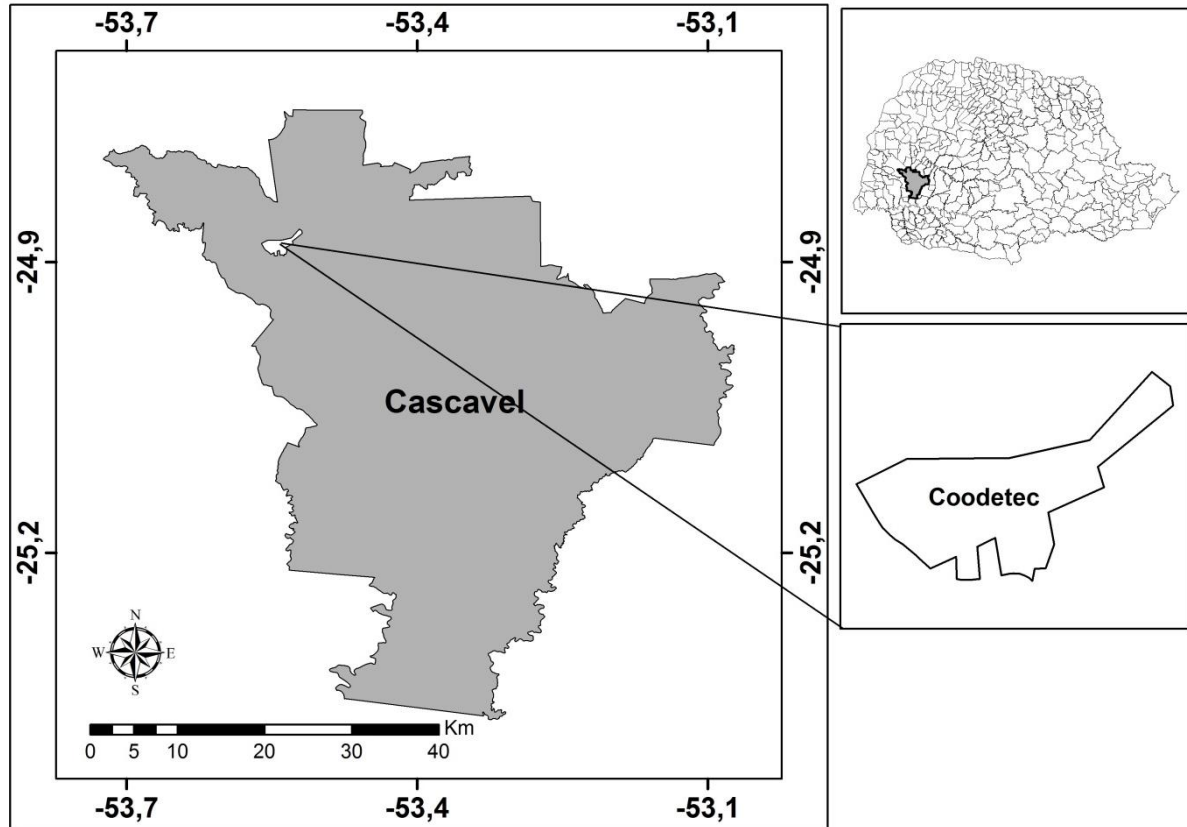


Figura 4 Mapa de localização da área experimental da Coodetec.

Com o objetivo de reproduzir melhor as condições de campo, os experimentos foram conduzidos em um caixote com dimensões de 10 m x 2,2 m x 0,4 m (**Figura 5**), que permitiu semear 22 linhas espaçadas de 0,45 m, sendo que as linhas da extremidade foram desprezadas (efeito bordadura), desta forma a área útil foi representada por 20 linhas. A temperatura no interior da casa de vegetação foi controlada, podendo variar de 16 °C a 28 °C, com fotoperíodo de 14 horas.



Figura 5 Caixote utilizado para a condução do experimento.

Para a caracterização química do solo, foram coletadas amostras, antes da instalação dos experimentos, na profundidade de 0,20 m e encaminhadas para análise. Os resultados são apresentados na Tabela 4. Com base nos resultados, procedeu-se à interpretação da análise química do solo, conforme Alvarez *et al.* (1999) e Tomé Junior (1997). De acordo com Alvarez *et al.* (1999) a fertilidade do solo está adequada para o cultivo de soja.

Tabela 4 Características químicas do solo da área experimental

| Exp. | Ph | P | M.O. | K | Ca | Mg | H+Al | SB | CTC | V |
|------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | CaCl ₂ | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | ----- | ----- | cmol _c dm ⁻³ | ----- | ----- | ----- | % |
| 1 | 6,68 ^{ma} | 63,00 ^{ma} | 29,56 ^m | 0,31 ^a | 10,80 ^a | 1,15 ^a | 2,08 | 12,26 ^a | 14,34 ^m | 85,50 ^a |
| 2 | 6,60 ^{ma} | 60,00 ^{ma} | 27,53 ^m | 0,28 ^m | 10,70 ^a | 1,07 ^a | 2,19 | 12,05 ^a | 14,24 ^m | 84,62 ^a |

Notas: Experimento (Exp), Fósforo (P), matéria orgânica (M.O.), potássio, (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez total (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases. Interpretação para solos: mb – muito baixo; b – baixo; m – médio; a – alto; ma – muito alto.

4.2 Caracterização das cultivares e delineamento experimental

O Experimento 1 foi semeado em 31 de maio de 2012, enquanto que o Experimento 2 foi semeado em 5 de julho de 2013. As semeaduras foram realizadas manualmente de modo que as linhas de mesma cultivar ficassem lado a lado (Figura 6) para possibilitar a coleta de dados. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m entre linhas e a profundidade foi de 0,03 m da superfície.

Buscando estudar plantas com hábitos de crescimento e ciclos distintos, foram utilizadas cinco cultivares de soja. Na Tabela 5 estão apresentadas a relação das cultivares utilizadas, suas características, densidade de semeadura e população final de plantas.

Tabela 5 Características das cultivares

| Cultivar | GRM* | Hábito de crescimento | Densidade de semeadura (sementes/metro) | População final (mil plantas/ha) |
|-----------------|-------------|------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| CD 202RR | 6.4 | Determinado | 20 | 222 |
| CD 2630RR | 6.3 | Indeterminado | 22 | 244 |
| CD 2737RR | 7.3 | Indeterminado | 20 | 222 |
| CD 231RR | 7.3 | Determinado | 22 | 244 |
| CD 2585RR | 5.8 | Indeterminado | 26 | 288 |

Nota: Grupo de maturação - GRM.

Fonte: Coodetec (2012).

O caixote foi dividido em duas partes (Figura 6), possibilitando um manejo de irrigação diferenciado para cada lado. Deste modo, o manejo da irrigação se deu da seguinte forma: até o período que antecedeu o florescimento das cultivares, ambos os lados foram igualmente irrigados, porém após o florescimento a irrigação foi interrompida em um dos lados e só teve seu reinício quando as plantas apresentaram sinais de estresse. A irrigação dos experimentos foi realizada de forma manual.

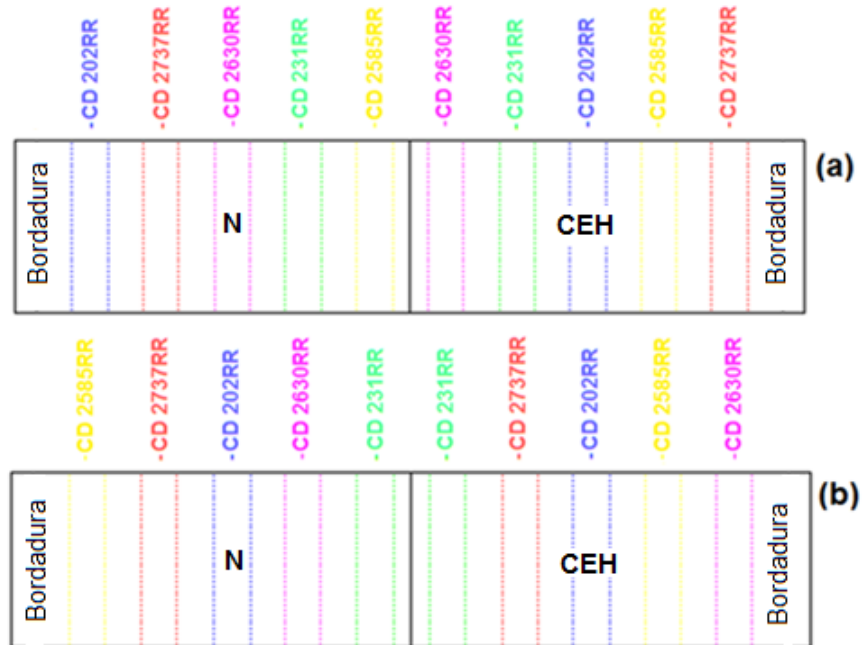


Figura 6 Croqui dos experimentos 1 (a) e 2 (b).

Legenda: N: Irrigação normal; CEH: Com estresse hídrico.

Na Figura 6 verifica-se que foi dada a nomenclatura CEH para identificar o tratamento em que as plantas foram submetidas ao estresse hídrico e N para identificar o tratamento em que as plantas foram irrigadas normalmente.

Ao longo do ciclo da cultura da soja, tanto para o Experimento 1 quanto para o Experimento 2, houve a incidência de oídio que foi controlado aplicando-se um fungicida a base de enxofre (Kumulus[®]) na dosagem de 2,5 kg há⁻¹.

No Experimento 2 também foi observada a incidência de outra doença denominada podridão vermelha da raiz causada pelo fungo *Fusarium glycine*. Esta por ser uma doença de soja não tem um fungicida registrado para seu controle. Devido à incidência deste fungo de solo a cultivar CD 231RR do tratamento N do Experimento 2 foi descartada, pois as plantas não conseguiram se estabelecer.

O delineamento experimental adotado, em ambos os experimento, foi o fatorial em faixas, cujo modelo estatístico se dá de acordo com a Equação (3).

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + (\rho\alpha)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (3)$$

em que:

Y_{ijk} = observação correspondente ao k-ésimo nível do fator A, j-ésimo nível do fator B na i-ésima repetição;

μ = média geral;

- ρ_i = efeito do i-ésimo bloco;
 α_j = efeito do j-ésimo nível do fator Cultivar;
 $(\rho\alpha)_{ij}$ = erro associado ao j-ésimo nível do fator A no i-ésimo tratamento;
 ε_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} .

4.3 Medições e determinações espectrais

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizadas campanhas de monitoramento para avaliar as respostas espectrais das plantas, para diferentes cultivares e condições hídricas. As medições do NDVI foram realizadas pelo sensor ótico *GreenSeeker Hand HeldTM* (NTech Industries) (**Figura 7**), através do *software NCapture*. Para o Experimento 1, a coleta de dados foi realizada a cada 15 dias. Devido à diferença de ciclo e de hábito de crescimento entre as cultivares utilizadas, buscando caracterizar melhor o comportamento espectral ao longo do desenvolvimento fenológico das cultivares, no Experimento 2 as medições foram realizadas semanalmente.



Figura 7 Medidor de índice de vegetação GreenSeeker.

O *GreenSeeker* emite radiação em dois comprimentos de onda: vermelho (660 nm) e infravermelho próximo (780 nm), com uma largura de banda de 25 nm, e coleta a reflectância dos alvos independente das condições de luminosidade, sendo uma vantagem em relação a sensores terrestres típicos, como espectraloradiômetros, pois são sensores passivos que necessitam de luz solar, logo dependem das condições de luminosidade (NTech Industries, 2012).

Os dados de saída do *Greenseeker* incluem dois índices de vegetação: o *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI e o *Ratio Vegetation Index* - RVI. O NDVI é calculado conforme a Equação 4 e o RVI de acordo com a Equação 5.

$$NDVI = \frac{\rho_{780} - \rho_{660}}{\rho_{780} + \rho_{660}} \quad (4)$$

$$RVI = \frac{\rho_{780}}{\rho_{660}} \quad (5)$$

em que:

ρ_{780} = refletância no infravermelho próximo;

ρ_{660} = refletância no vermelho.

De acordo com a NTech Industries (2012), o equipamento é capaz de realizar medições dos IV, estando posicionado a uma altura de 0,80 a 1,20 acima do dossel sem que haja variações significativas nos IV e mantendo uma largura de trabalho igual a 0,60 m. Após o acionamento do sensor, o equipamento fez leituras a cada 0,1 segundo.

Deste modo, para a coleta dos dados de IV, o aparelho foi posicionado a uma altura de 0,80 m acima e paralelamente ao dossel da cultura. As leituras foram realizadas em 1,32 m² (2,2 m de deslocamento linear, ao longo da entrelinha, multiplicado pela largura útil de 0,6 m captada pelo sensor) em triplicata.

4.4 Medições do índice de área foliar

As estimativas do IAF foram realizadas por meio de um método indireto e não destrutivo, utilizando-se o equipamento CI-110 (Figura 8) da CID Bio-Science, Inc. Camas, Washington, EUA. O equipamento é constituído por:

- a) Lente olho-de-peixe (*fish eye*): A lente captura a imagem do dossel da vegetação alvo em ângulo de 180°, que pode ser dividida em um número qualquer de divisões de ângulos zênital e azimutal, setorizando a imagem obtida.
- b) Ceptômetro: Este componente possui 24 sensores para capturar a radiação fotossintética ativa (PAR) e uma interface USB que permite transferir os dados para um computador.



Figura 8 Medidor de índice de área foliar.

Para o cálculo do IAF foi utilizado o *software Digital Plant Canopy Imager*, versão 5.05, da CID Bio-Science. Este *software* utiliza a análise *Gap Fraction*, que é fração do céu visível a partir de uma imagem obtida abaixo do dossel da cultura. Um valor entre zero e um é atribuído, com zero significando que toda a imagem é coberta pelo dossel e um significando que todo o céu é visível. Esta análise utiliza os padrões dos setores da imagem do dossel e permite determinar a densidade da vegetação, o ângulo de distribuição das folhas e o IAF. Deste modo, o cálculo do IAF se dá através da Equação 6.

$$LAI = -\ln(\tau_{\varphi_i})/k \quad (6)$$

em que:

- τ_{φ_i} = Ângulo zenial (radianos);
- k = coeficiente de extinção do dossel;
- LAI = Índice de área foliar.

Devido a questões de entendimento do funcionamento do equipamento que estima o IAF, as medições foram realizadas apenas para o Experimento 2. Os dados foram coletados semanalmente. Para as medições do IAF o sensor foi posicionado entre as linhas de plantio de cada cultivar e, em cada entrelinha, foram feitas três medições. Deste modo, a média das leituras constituiu o valor de IAF da cultivar.

Para o processamento dos dados, com o *software Plant Canopy Analysis System*, os parâmetros de brilho, contraste e gamma foram fixados em 50%, como mostra a Figura 9. Esses parâmetros foram utilizados para todas as fotos capturadas, buscando manter um padrão de análise dos dados ao longo das medições dos IAF.

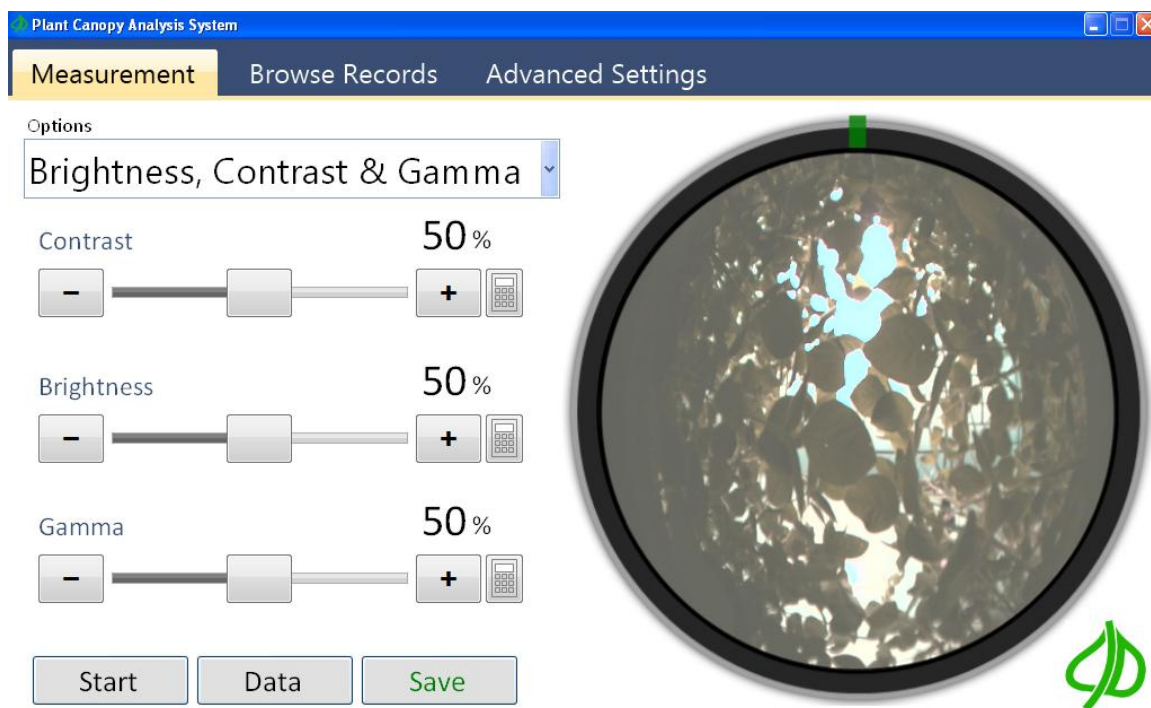


Figura 9 Ajustes de brilho, contraste e gamma realizados no *software Plant Canopy Analysis System* para cálculo do IAF.

4.5 Análise dos dados

A partir dos dados coletados durante o período experimental procedeu-se a:

- Estatística descritiva para os dados de NDVI (Apêndice A e Apêndice B), para isso foi utilizado o *software* estatístico R;
- Confecção dos perfis temporais de NDVI para cada tratamento;
- Confecção de gráficos comparativos da evolução temporal dos perfis de NDVI para as cultivares, considerando os tratamentos N e CEH. Em cada data de coleta, as médias dos índices foram comparadas pelo teste *t-student* para o nível de significância de 5%, por meio do *software* R;
- Comparação do índice de vegetação NDVI entre as cultivares. Para isso, no *software* estatístico R, foi realizado o teste de comparação de médias de Scott-Knot, ao nível 5% de significância;
- Relação entre o NDVI de cada cultivar com o seu respectivo estágio de desenvolvimento fenológico;
- Confecção dos perfis temporais de IAF para cada tratamento;

- g) Confecção de gráficos comparativos da evolução temporal dos perfis de NDVI e IAF para cada tratamento;
- h) Geração de modelos de regressão linear simples entre NDVI e IAF para cada cultivar e condição de irrigação. Os modelos foram testados através de ANOVA, ao nível de 5% de significância. Para tanto foi utilizado a ferramenta *R for Windows*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Perfis temporais de NDVI

Nas figuras 10a, 10b, 10c, 10d e 10e são apresentados os perfis temporais de NDVI das cultivares sob regime irrigado, referentes ao Experimento 1. A curva do perfil, obtido a partir das médias das leituras para cada cultivar, descreve o comportamento da cultura de acordo com a evolução da sua biomassa. Nos primeiros dias após a semeadura (DAS), no início da curva, o NDVI apresentou valores próximos a 0,2, valor este referente ao solo, devido às plantas ainda em estágio inicial (V1) apresentarem pequena quantidade de folhas. À medida que o tempo avança as plantas crescem e aumentam sua biomassa e também os valores de NDVI. Até o valor máximo próximo a 0,9, no qual a curva estabiliza o seu crescimento. A partir daí a curva decresce devido à perda de folhas e da clorofila, período denominado maturação fisiológica.

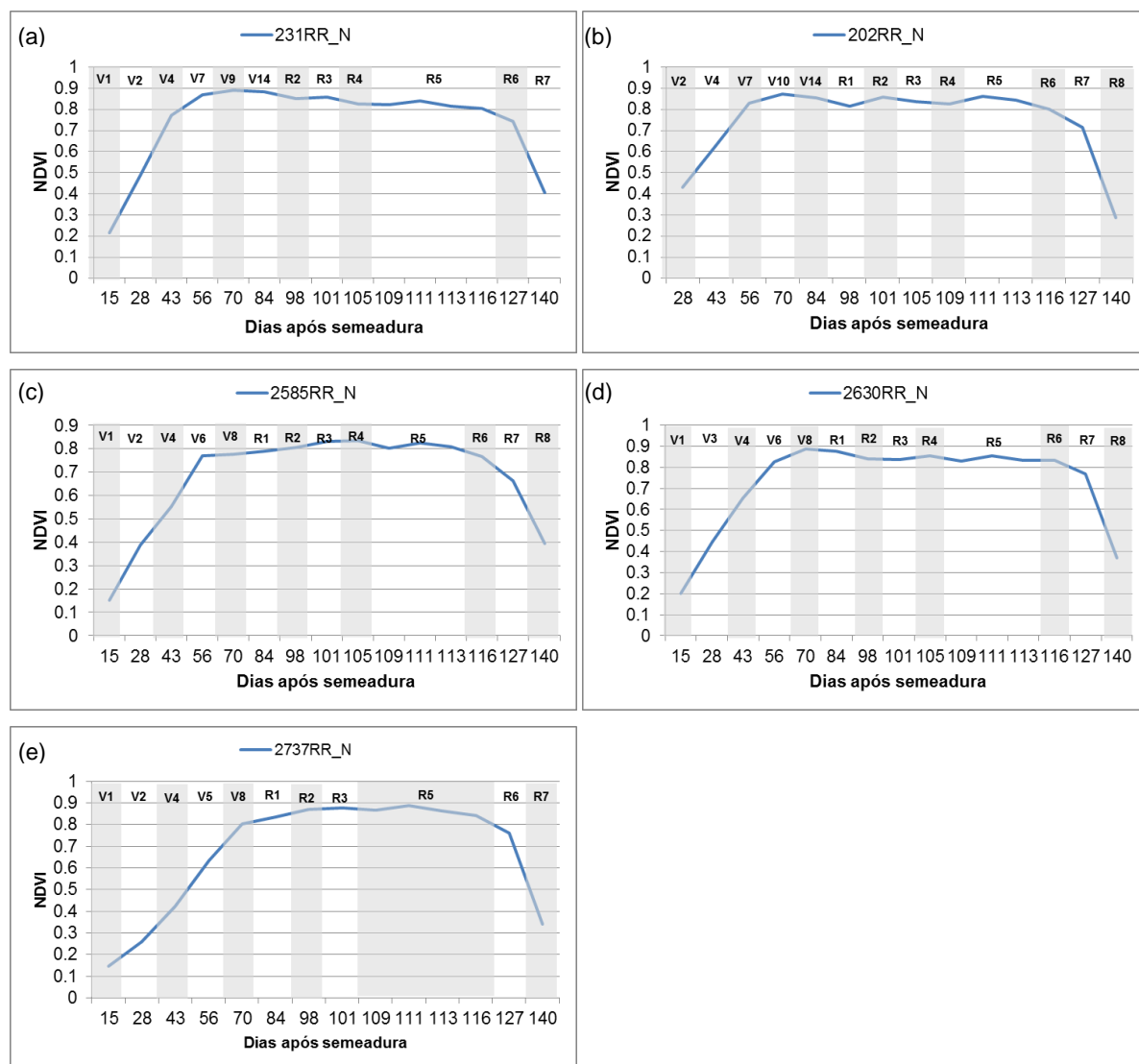


Figura 10 Perfis temporais de NDVI do experimento 1, com indicação dos estádios fenológicos das cultivares 231RR (a), 202RR (b), 2585RR (c), 2630RR (d), 2737RR (e), sob regime irrigado.

Nota: As regiões em cinza separam as fases fenológicas.

De acordo com o que se visualiza nas figuras 10a e 10b, as cultivares de ciclo determinado (231RR e 202RR) obtiveram NDVI máximo aos 56 DAS e estágio V7. Diferente das cultivares de ciclo determinado, as cultivares 2630RR e 2737RR de ciclo indeterminado, obtiveram NDVI máximo aos 70 DAS e estágio V8 (Figura 10d e 10e), no entanto a cultivar 2585 RR obteve NDVI máximo aos 56 DAS e estágio V6 (Figura 10c).

A estabilização da curva, depois desses períodos, sugere a saturação do índice. De acordo com Thenkabail *et al.*, (2000), quando o índice satura, ele não é capaz de registrar aumento de biomassa após a cultura apresentar 100% de cobertura do solo. Para todas as cultivares, a curva começa a decrescer de forma mais expressiva, por volta de 127 DAS, correspondente aos estádios R6 e R7 das cultivares, não apresentando um padrão de distinção entre cultivares com hábito de crescimento determinado e indeterminado.

Nas figuras 11 e 12 são apresentados os perfis espectrais de NDVI, obtidos sob regime irrigado, no Experimento 2.

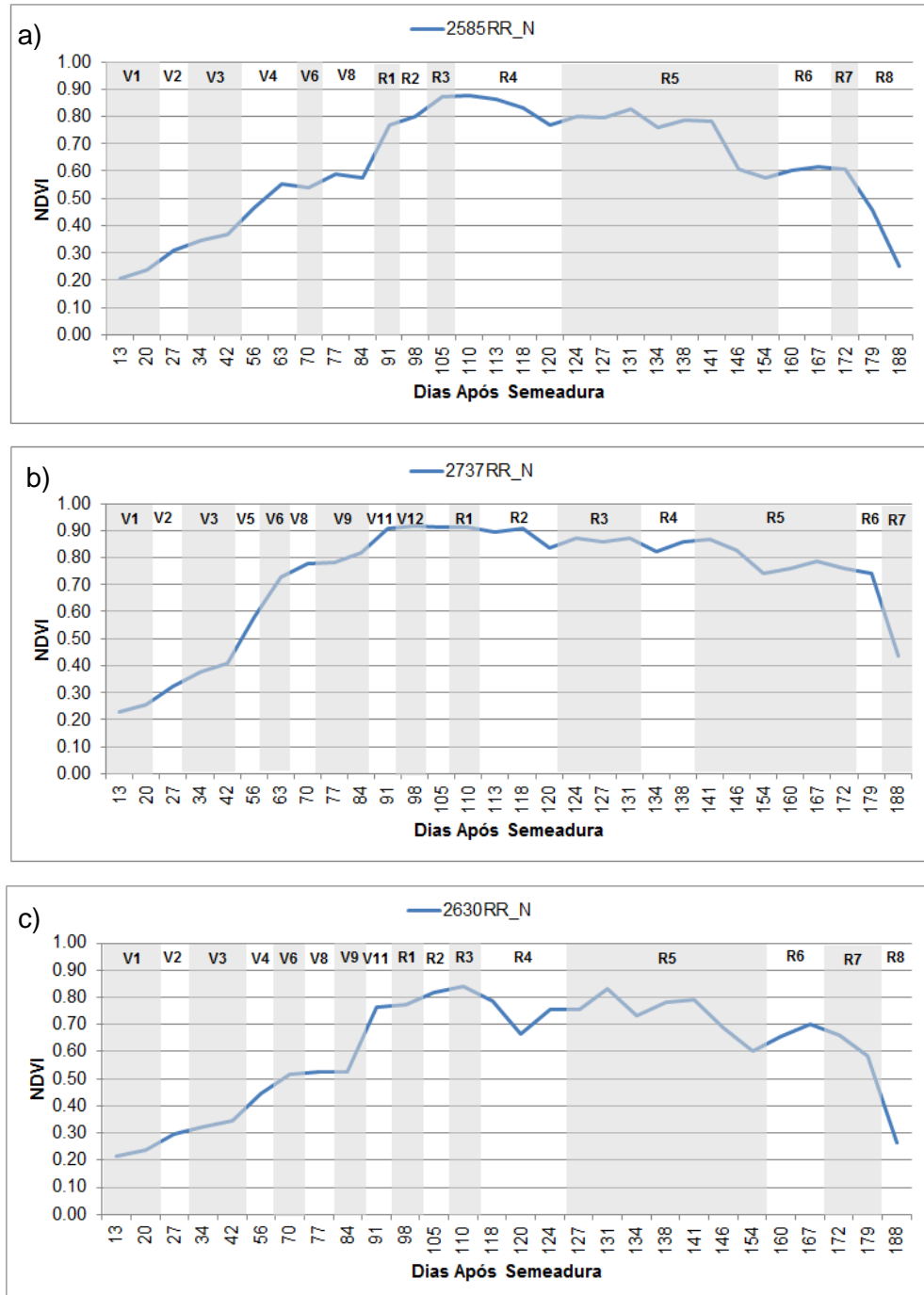


Figura 11 Perfil temporal do experimento 2, com indicação dos estádios fenológicos da cultivar 2585RR (a), 2737RR (b) e 2630RR (c) sob regime irrigado.

Nota: As regiões em cinza separam as fases fenológicas.

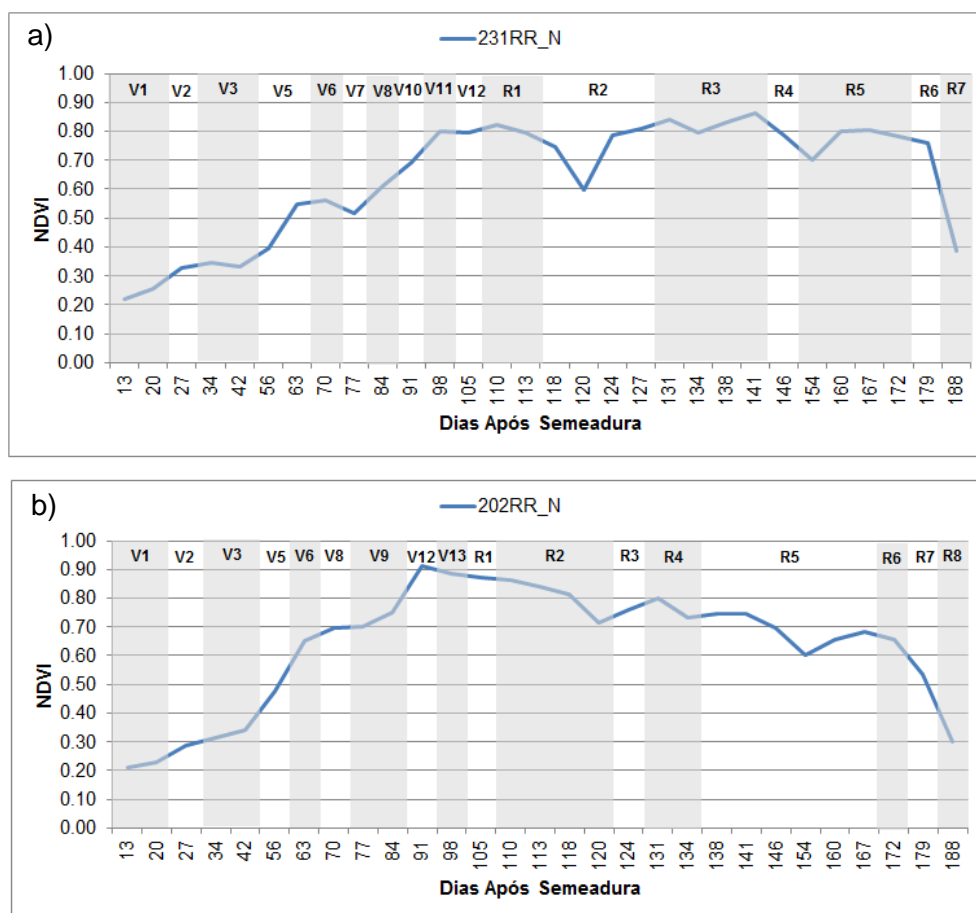


Figura 12 Perfil temporal do experimento 2, com indicação dos estádios fenológicos da cultivar 231RR (a) e 202 (b) sob regime irrigado.

Nota: As regiões em cinza separam as fases fenológicas.

Os perfis obtidos no Experimento 2 (Figuras 11 e 12) apresentaram comportamento anormal. Essas anomalias na curva, fruto de pequenas flutuações, são resultado de doenças fúngicas que acometeram a cultura como: oídio (Figura 13a) e síndrome da morte súbita ou podridão vermelha da raiz, causada pelo fungo *Fusarium solani*, que impede o transporte de água e nutrientes, o que resulta em lesões na folha (Figura 13b), iniciada por clorose do tecido internerval da folha, ou seja, perda de pigmentação entre as nervuras da folha (Figura 13c).

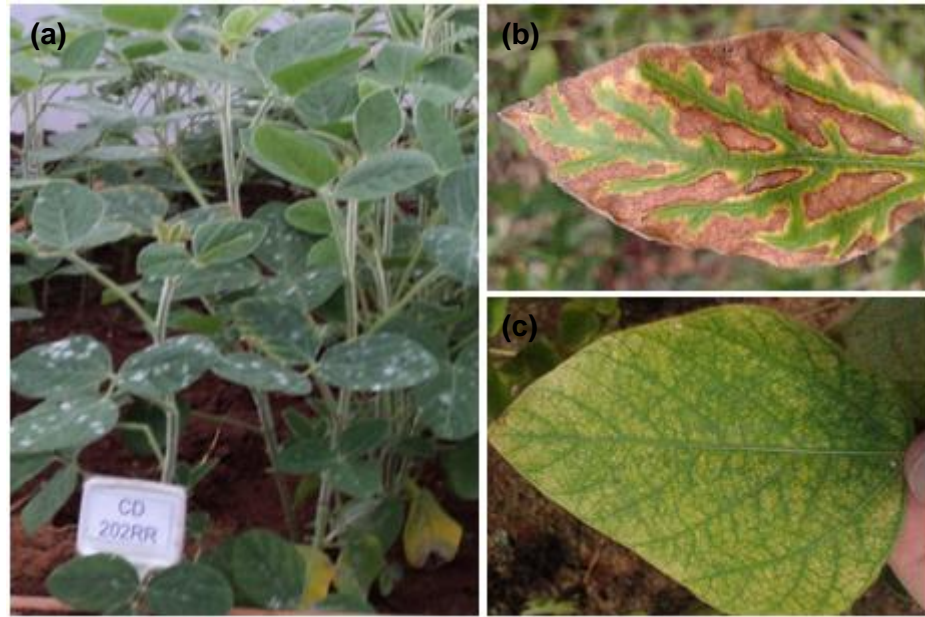


Figura 13 Danos causados por doenças ocorridos durante o ciclo: (a) folhas infestadas por oídio, (b) lesões cloróticas causadas pelo fungo *Fusarium solani*, (c) manchas cloróticas internerval, decorrentes da perda de pigmentação sofrida pela presença de *Fusarium solani*.

A Figura 14 apresenta o perfil temporal da cultivar 2737RR, representada pelo boxplot dos dados obtidos em cada leitura. Este tipo de representação permite a visualização da dispersão dos dados.

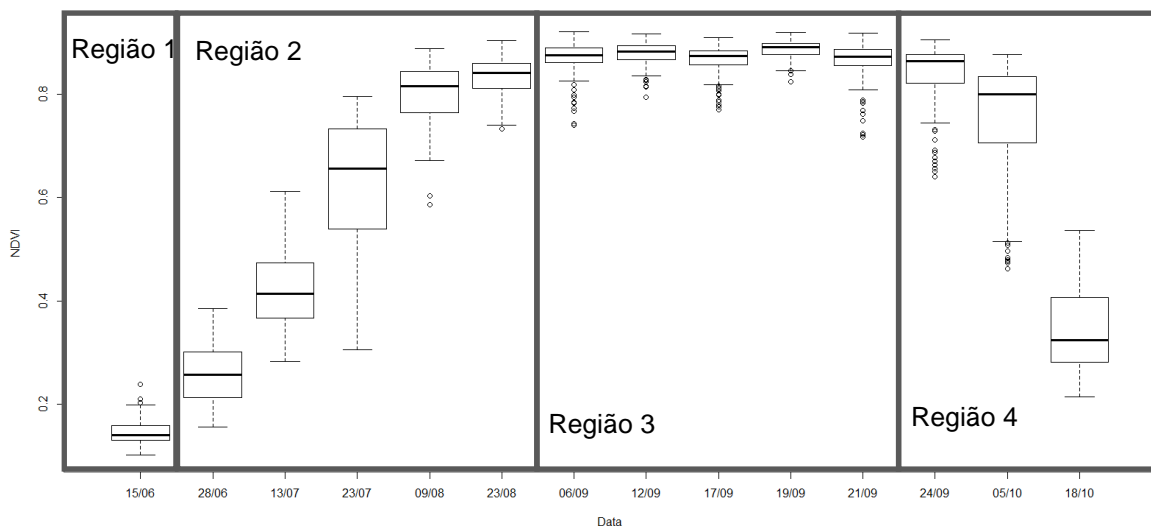


Figura 14 Gráfico boxplot dos dados de NDVI obtidos para a cultivar 2737RR.

Notas: A região 1 representa o início do desenvolvimento da cultura. A região 2 corresponde à fase de crescimento da planta. A região 3 representa a fase de estabelecimento da cultura e a região 4 corresponde à fase de senescência.

Dividindo-se os gráficos em quatro grupos (regiões 1, 2, 3 e 4), na região 1 os dados apresentam baixa dispersão, isso se deve à influência do solo que, no início do ciclo da cultivar, representa a maior parte da área sensoriada. Na região 2, com o crescimento da vegetação, o dossel começa a cobrir parcialmente o solo, aumenta a amplitude dos dados. Ao cobrir 100% do solo (Região 3), o NDVI atinge o valor máximo e a dispersão dos dados diminui. Na região 4, correspondente à fase de senescência da cultura, o solo volta a ficar aparente e as leituras aumentam a sua dispersão.

No caso da cultivar 2585RR, acometida pelos sintomas de clorose interneral, a perda de pigmentação mantém a amplitude dos dados constantes ao longo de todo o ciclo da cultura (Figura 15). Comportamentos como o dessa doença não podem ser visualizados pelo perfil médio de NDVI (Figura 10c), apenas pela dispersão dos conjuntos de dados.

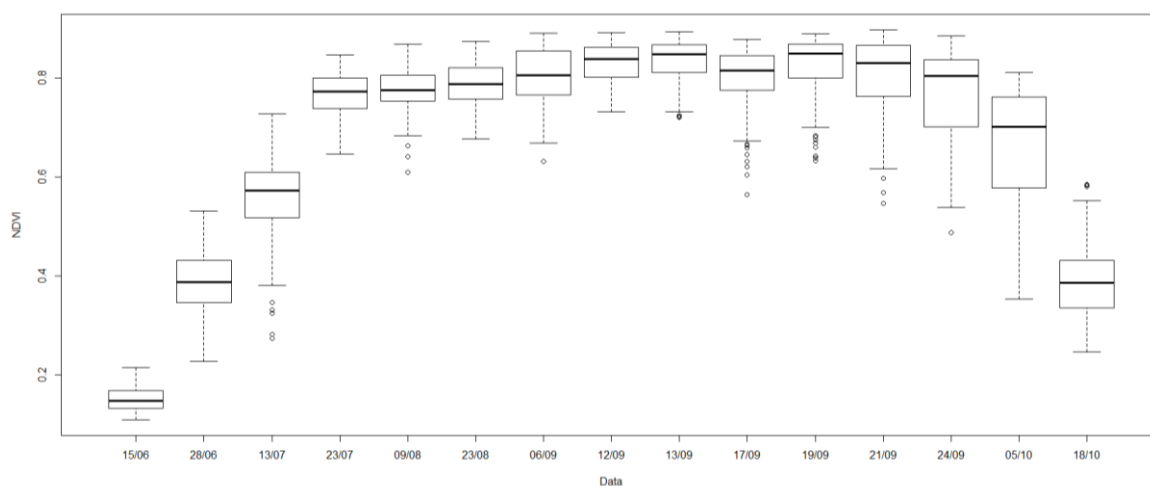


Figura 15 Gráfico boxplot dos dados de NDVI obtidos para a cultivar 2585RR.

5.2 Efeito do estresse hídrico sobre o perfil temporal do índice NDVI

A Figura 16 apresenta os perfis temporais de NDVI comparando entre cultivares iguais submetidas a diferentes condições hídricas para o experimento I. As áreas hachuradas em amarelo indicam que as médias de NDVI são estatisticamente iguais, de acordo com o teste *t-student*, ao nível de 5% de significância. As áreas em vermelho indicam o início e o fim do estresse hídrico. A duração do estresse para este experimento foi de 18 dias.

Analisando-se a Figura 16, nota-se que, de maneira geral, os perfis temporais de NDVI se comportam de maneira semelhante, no entanto ao longo do tempo apresentam diferença estatística.

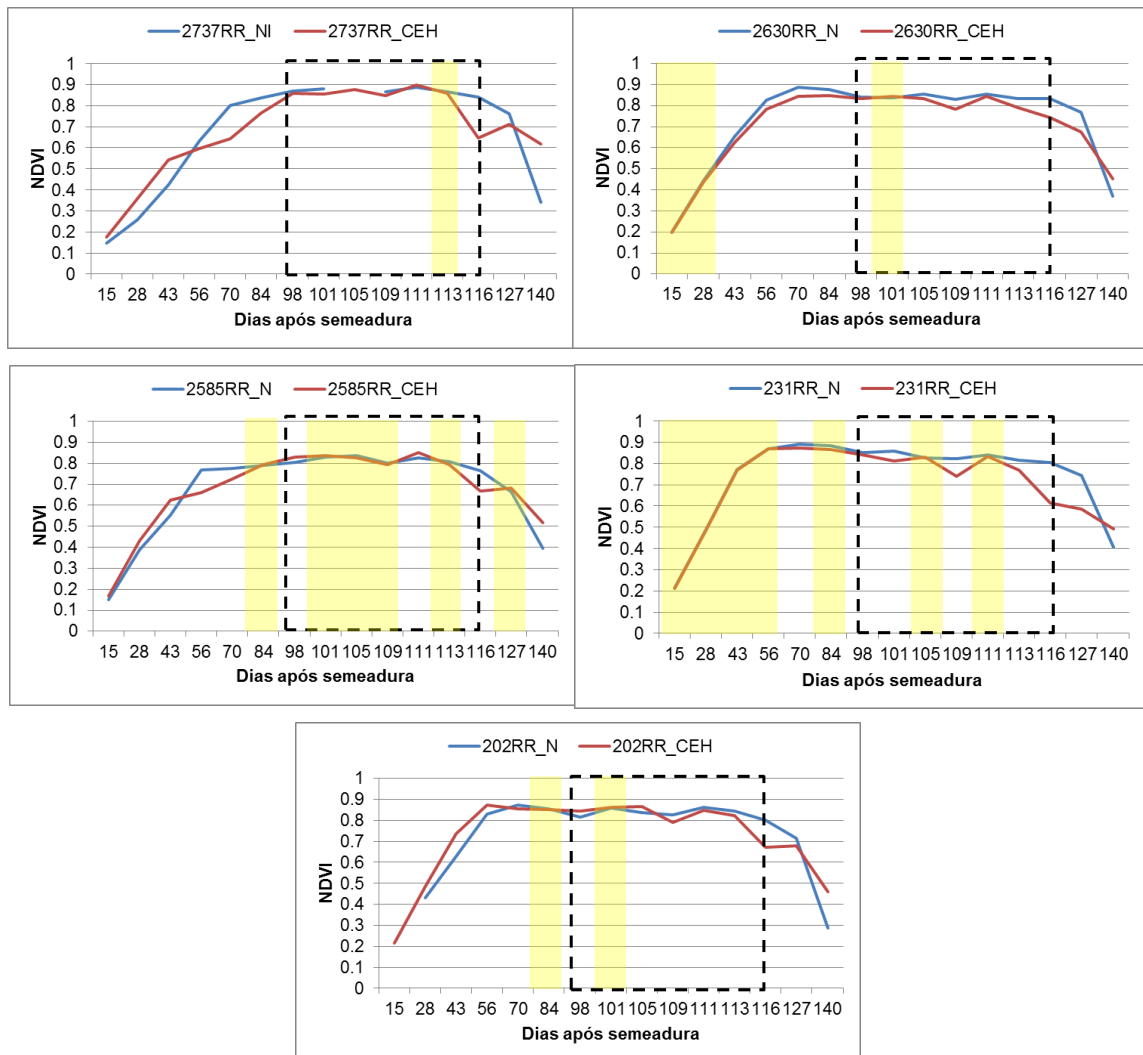


Figura 16 Gráficos comparativos de NDVI entre cultivares submetidas aos tratamentos irrigação normal (N) e com estresse hídrico (CEH) para o experimento 1.

Notas: A área hachurada em amarelo indica que as médias de NDVI são estatisticamente iguais pelo teste *t-student*, ao nível de 5% de significância; A área tracejada indica o início e o fim do estresse hídrico.

Ainda de acordo com a Figura 16, é possível observar que, para todas as cultivares submetidas a estresse hídrico, aos 116 DAS os perfis apresentaram queda do índice NDVI. Esse comportamento já era esperado, pois nas plantas sob estresse hídrico o teor de clorofila diminui alterando a proporção de pigmentos de absorção de luz, o que leva a uma redução na absorção da luz na região do verde e aumento da refletância nas regiões do vermelho e azul, resultando na queda do NDVI (CAMPBELL *et al.*, 2007).

A Figura 17 apresenta os perfis temporais de NDVI comparando entre cultivares iguais submetidas a diferentes condições hídricas para o experimento II. As áreas hachuradas em amarelo indicam que as médias de NDVI são estatisticamente iguais de acordo com o teste *t-student*, ao nível de 5% de significância. As áreas em vermelho indicam o início e o fim do estresse hídrico. Neste experimento a duração do estresse hídrico foi de 15 dias.

Como observado no capítulo 5.2, as curvas espectrais tiveram comportamento anormal para este experimento. Se comparadas ao Experimento 1, nota-se que foram poucas as datas em que os perfis apresentam médias estatisticamente iguais, enquanto que, para o experimento anterior, é possível verificar que em mais datas as médias foram consideradas iguais. Isso ocorreu em função da doença que alterou significativamente o comportamento espectral das cultivares.

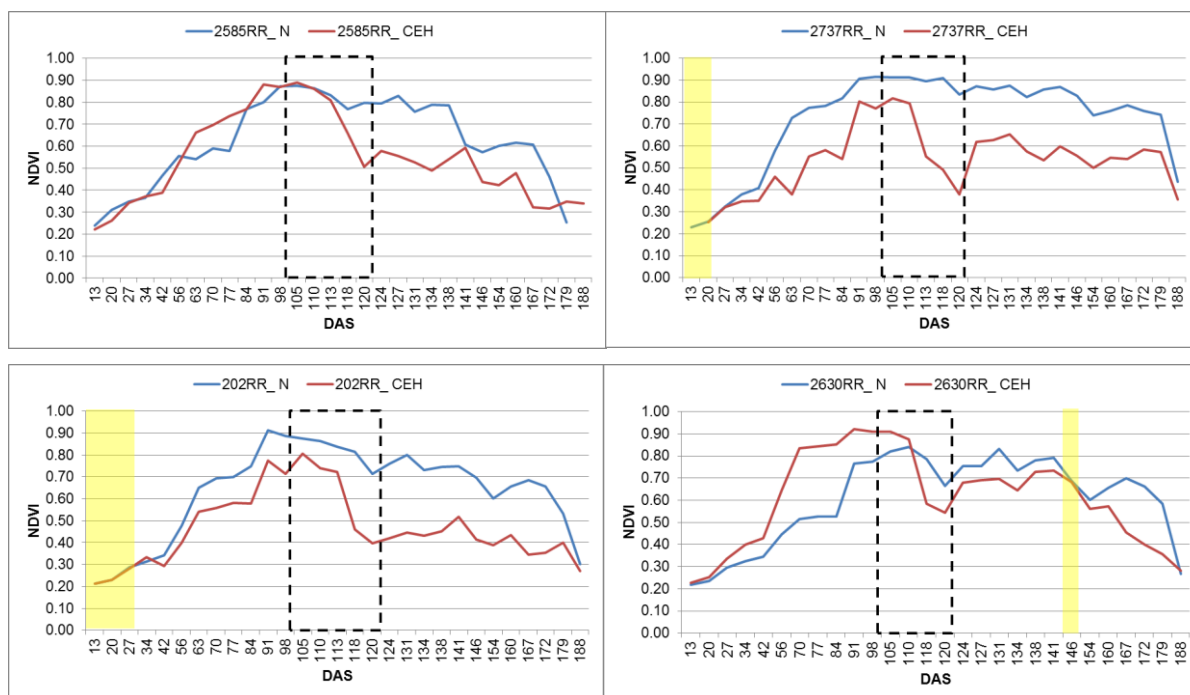


Figura 17 Gráficos comparativos de NDVI entre cultivares submetidas aos tratamentos irrigação normal (N) e com estresse hídrico (CEH) para o experimento 2.

Notas: A área hachurada em amarelo indica que as médias de NDVI são estatisticamente iguais pelo teste *t-student*, ao nível de 5% de significância; A área tracejada indica o início e o fim do estresse hídrico.

Ainda de acordo com a Figura 17, é possível verificar que, no experimento 2, a queda do NDVI foi mais proeminente do que no experimento anterior, isso se deve ao fato do estresse hídrico ter prejudicado ainda mais as plantas que já estavam doentes. Neste segundo experimento, foi possível verificar que, na cultivar CD 2737RR, submetida a estresse hídrico, o NDVI apresentou queda significativa aos 113 DAS, quando comparado

com o valor do NDVI aos 110 DAS, no entanto, como mostra a Figura 18, visualmente as plantas não apresentaram sintoma de estresse hídrico. Esses dados corroboram informações da literatura, que diz que os índices de vegetação são capazes de detectar previamente um possível *stress* identificando a condição fisiológica da planta em uma larga escala espacial e temporal, antes mesmo dos efeitos se tornarem aparentes (KREZHOVA *et al.*, 2009; CHATZISTATHISA *et al.*, 2011).

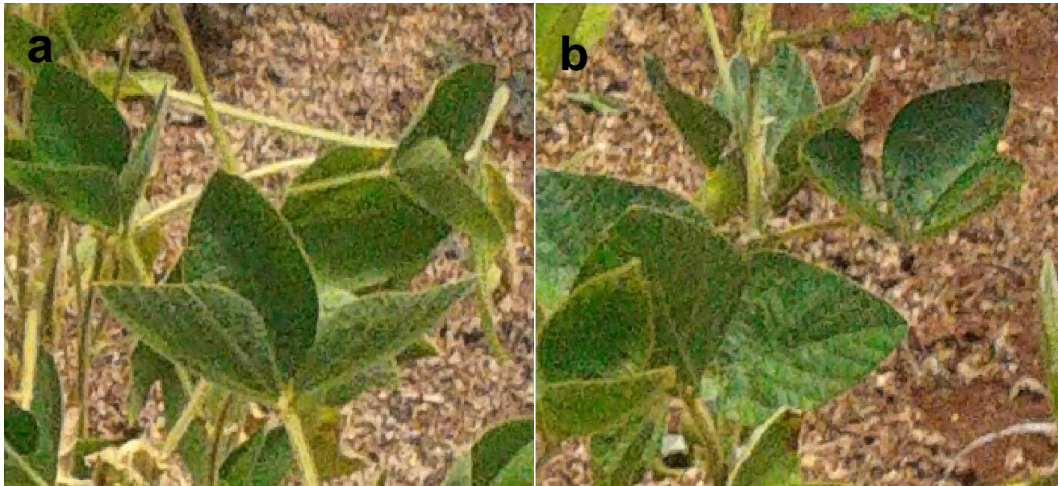


Figura 18 Fotos comparativas da cultivar 2737RR, do tratamento com estresse hídrico, aos 110 DAS (a) e aos 113 DAS (b).

De maneira geral os gráficos de NDVI (Figuras 17 e 18), indicam que, após o reinício da irrigação das cultivares o índice de vegetação aumentou em relação à leitura anterior, significando que as plantas responderam à irrigação com incremento do vigor vegetativo.

5.3 Relação do NDVI com o IAF

Na Figura 19, são apresentados os perfis temporais de NDVI e do IAF para as cultivares estudadas.

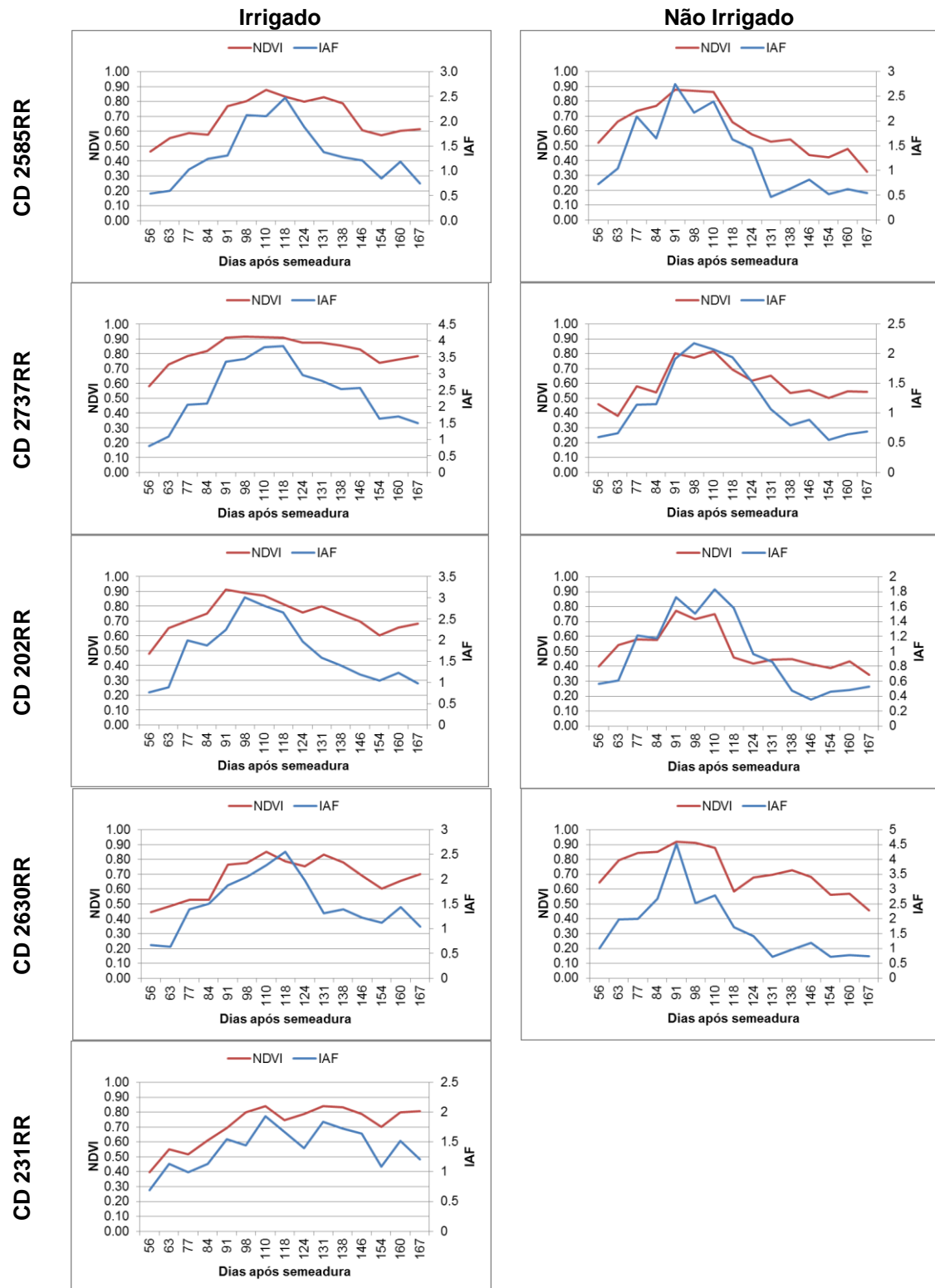


Figura 19 Evolução do perfil temporal do NDVI e do IAF.

De acordo com a Figura 19, verifica-se que, de maneira geral, o IAF inicia com valores mais baixos e aumenta com o desenvolvimento da cultura, conforme a cultura se aproxima da senescência o IAF volta a diminuir. Também é possível observar que, conforme o NDVI oscila, o IAF varia no mesmo sentido, ou seja, quando o NDVI aumenta o IAF

também aumenta e quando um diminui o outro também. Este comportamento pode ser explicado pelo fato do NDVI ser sensível à biomassa da cultura.

Observando os valores de IAF obtidos neste trabalho, constata-se que são valores relativamente baixos, quando comparados com dados da literatura. Um exemplo é o trabalho desenvolvido por Monteiro (2008) que, estudando a cultura da soja sob diferentes sistemas de preparo de solo (convencional e plantio direto), encontrou valores de IAF entre 4,7 a 6,2. Os baixos valores de IAF encontrados neste trabalho foram, possivelmente, consequência da doença de solo que assolou o experimento, principalmente as cultivares que foram submetidas a estresse hídrico e as cultivares CD 2585RR e CD 231RR que foram irrigadas normalmente. Além disso, as cultivares CD 202RR, CD 2630RR e CD 2737RR, do tratamento irrigado, acamaram respectivamente aos 110, 124 e 124 DAS, o que diminuiu o IAF das mesmas.

Analisando os perfis temporais de IAF, nota-se o pico de IAF para a cultivar CD 2535RR, do tratamento irrigado, ocorreu aos 118 DAS, com valor igual a 2,47, enquanto que o menor valor foi de 0,55 aos 56 DAS. Para a cultivar CD 2737RR, do tratamento irrigado, o pico de IAF ocorreu aos 118 DAS, com valor foi igual a 3,83 e o menor valor foi de 0,81 aos 56 DAS. Considerando a cultivar CD 202RR, do tratamento irrigado, o pico de IAF ocorreu aos 98 DAS com valor foi igual a 3,01 e o menor valor foi de 0,77 aos 56 DAS. Observando a Figura 19, para a cultivar CD 2630RR do tratamento irrigado, o pico de IAF ocorreu aos 118 DAS, com valor foi igual a 2,55 e o menor valor foi de 0,67 aos 56 DAS. Já para os a cultivar CD 231RR, do tratamento irrigado, o pico de IAF ocorreu aos 110 DAS, com valor foi igual a 1,93 e o menor valor foi de 0,69 aos 56 DAS.

Considerando o tratamento não irrigado, nota-se que, para a cultivar 2737RR, o pico do IAF ocorreu aos 98 DAS e o menor valor aos 56 DAS. Para as cultivares CD 202RR e CD 2585RR o maior valor de IAF foi observado aos 110 DAS, com valores iguais a 1,83 e 2,39, respectivamente com o menor valor de IAF, ocorrendo aos 167 DAS, com valores iguais a 0,53 e 0,54, respectivamente. Já a cultivar CD 2630RR apresentou pico de IAF aos 91 DAS, com valor igual a 4,52, sendo o maior valor observado para todos os dados de IAF, enquanto que o menor valor de IAF foi verificado aos 167 DAS.

Na Figura 20, têm-se as funções de ajuste entre o índice de vegetação NDVI e o IAF. Os modelos foram testados através de ANOVA, ao nível de 5% de significância, os dados estão apresentados no Apêndice C. Observa-se que os maiores coeficientes de determinação (R^2) são encontrados na cultivar CD 2737RR para os tratamentos irrigado e não irrigado, com valores iguais a 0,86 e 0,82 e na cultivar CD 2585RR, para o tratamento não irrigado com valor igual (R^2) a 0,84. Pode-se observar também que os menores valores de R^2 foram encontrados na cultivar 2630RR, para os tratamentos irrigado e não irrigado, com valores de 0,50 e 0,65, respectivamente.

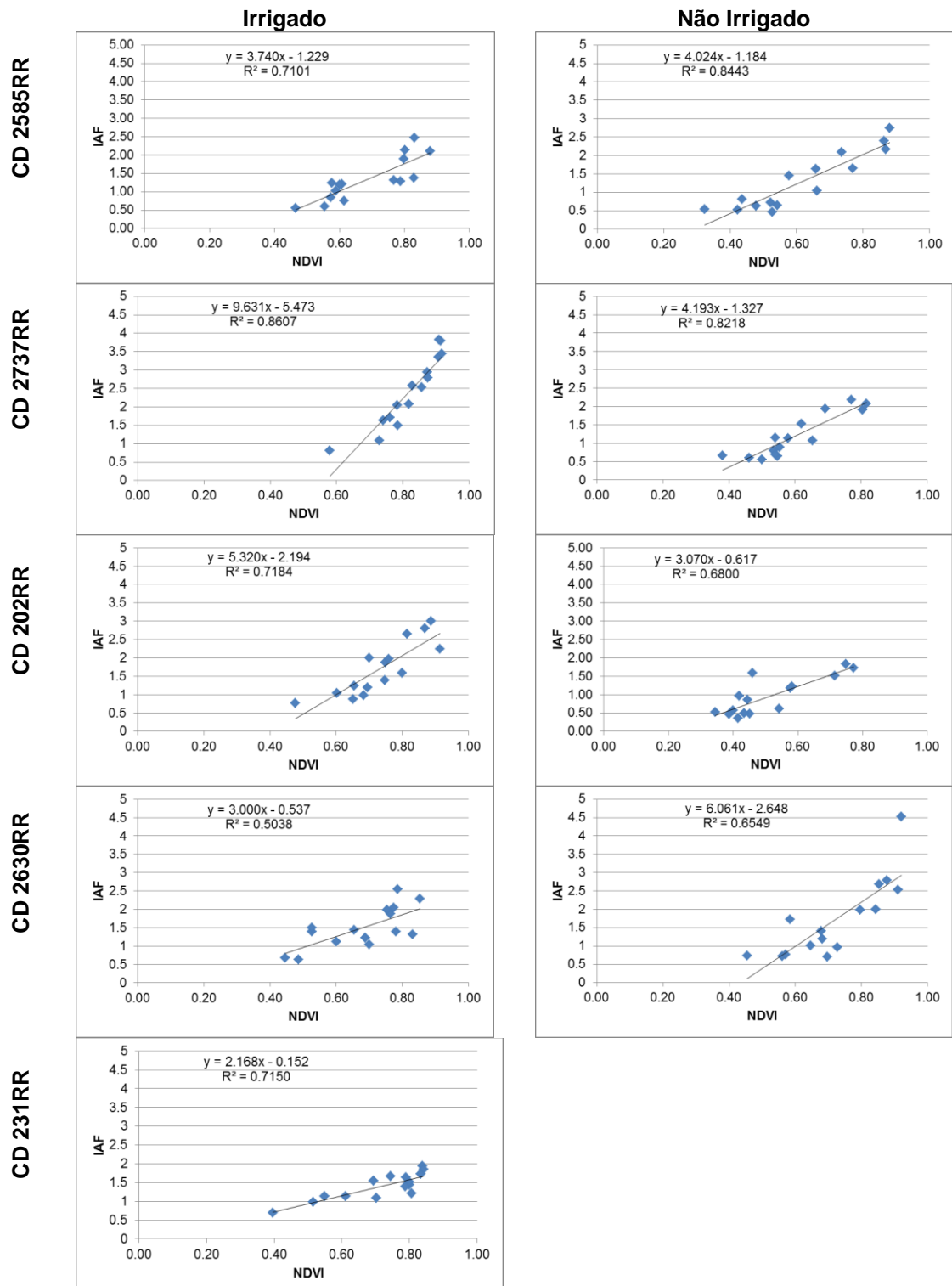


Figura 20 Funções de relação entre o índice de vegetação NDVI e do IAF.

6 CONCLUSÕES

A diferença da evolução dos perfis temporais de NDVI entre cultivares de ciclos e hábitos de crescimento diferentes demonstra que este índice pode ser utilizado como um indicador da condição de crescimento e desenvolvimento da cultura da soja. Desta forma é possível relacionar este índice com o desenvolvimento fenológico dessa cultura, no entanto são necessários mais estudos realizados em condições de campo.

De um modo geral, o NDVI de cultivares com regime hídrico normal apresentam NDVI maiores do que as cultivares submetidas a estresse hídrico. Sendo assim, o NDVI foi eficiente para detectar o estresse hídrico.

As funções ajustadas entre NDVI e IAF apresentaram boas correlações, deste modo podem ser utilizadas para o monitoramento da cultura da soja através de técnicas de sensoriamento remoto.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, M. **Estimativa da data de plantio da soja por meio de séries temporais de imagens MODIS**. 2010. 163 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos - SP, 2010.
- ALLIPRANDINI, L.F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P. F.; CAVASSIM, J. E.; GABE, H. L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M. N.; OLIVEIRA, M. A. R.; PITOL, C.; PRADO, L. C.; STECKLING, C. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop Science**, v.49, p.801-808, 2009.
- ALVAREZ, V. V. H.; NOVAES, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretações dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. cap. 5, p. 25-32.
- AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. **Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation**. 5., ed. New Jersey: Prentice Hall. 1992.
- BARET, F.; GUYOT, G. Potential and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. **Remote Sensing of Environment**, v. 35, p. 161- 173, 1991.
- BERLATO, M. A.; MATZENAUER, R. BREGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque “classe A” e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, v. 22, p. 251-259, 1986.
- BOLTON, D. K.; FRIEDL, M. A. Forecasting crop yield using remotely sensed vegetation indices and crop phenology metrics. **Agricultural and Forest Meteorology**, Boston, v. 173, p. 74-84, 2013
- BOREM, A. Escape gênico: os riscos do escape gênico da soja no Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 10, p. 101-107, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 22 jun. 2013.
- BRASIL. MDIC/SECEX MDIC/SECEX (Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior). **Exportações brasileira de soja**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>> Acesso em: 23 nov. 2013.
- CÂMARA, G. M. S.; SEDIYAMA, T.; DOURADO-NETO, D.; BERNARDES, M.S. Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering and maturation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, v. 54, p. 149-154, 1997.
- CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing**. 2., ed. Taylor & Francis, 1996.

CAMPBELL, P. K. E.; MIDDLETON, E. M.; MCMURTREY, J. E.; CORP, L. A.; CHAPPELLE, E. W. Assessment of vegetation stress using reflectance or fluorescence measurements. **Journal Environmental Quality**, v. 36, p. 832-845, 2007.

CHATZISTATHISA, T. A.; PAPADAKISA, I. E.; THERIOSA, I. N.; GIANNAKOULAB, A.; DIMASSI K. Is chlorophyll fluorescence technique a useful tool to assess manganese deficiency and toxicity stress in olive plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 1, p. 98-114, 2011.

CLARK, R. N. Principles of spectroscopy. *In*: RENCZ, A. N. (Ed). **Manual of remote sensing**. New York, 1999. p. 3-58.

CLAY, D. E.; CHANG K. K. J.; CLAY, S. A.; DALSTED K. Characterizing water and nitrogen stress in corn using remote sensing. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 579-587, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, primeiro levantamento. Brasília, p. 67. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_09_09_12_34_boletim_portugues_outubro_2013.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo primeiro levantamento. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_10_16_05_53_boletim_portugues_setembro_2013.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2013.

Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC). **Guia de produtos 2012**. Disponível em: <http://www.coodetec.com.br/downloads/Guia_de_produtos_Soja_-_Sul_e_Paraguai.pdf> Acesso em: 17.nov.2013.

COURA, S. M. C. **Mapeamento de vegetação do estado de minas gerais utilizando dados MODIS**. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP, 2007.

COUTO JUNIOR, A. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; Séries temporais de NDVI, EVI e NDWI do sensor MODIS para caracterização fenológica do algodão. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, p. 199-210, 2013.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L.; Anáise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo-SP usando imagens Landsat-5. **Ra'e ga**, Curitiba, v. 21, p. 234-271, 2011.

DOWN AGROSCIENCE. **CROP GROWTH CHART – SOYBEAN**. Disponível em: <<http://www.fallowsolutions.com.au/CropGrowthCharts/tabid/463/Default.aspx>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

EGLI, D.B.; WARDLAW, I.F. Temperature response of seed growth characteristics of soybeans. **Agronomy Journal**, v. 72, p. 560-564, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Embrapa Soja. **Tecnologia da produção de soja**: região central do Brasil 2011. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2010. 261 p. (Sistemas de Produção n. 14).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FAOSTAT. **Database on agriculture**. Disponível em: <www.fao.org/library/>. Acesso em: 10 out. 2013.

FARIA, R. T.; TSUKAHARA, R. Y.; SILVA, F. F.; GOMES, C. D.; CARAMORI, P. H.; SILVA, D. A. B. SMA, AN AGROMETEOROLOGICAL SYSTEM FOR CROP MONITORING, 7., 6-8 July 2009, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2009. p. 405-410.

FARIAS, A. D. Baixos rendimentos no Rio Grande do Sul. **Anuário Brasileiro da Soja**, Santa Cruz do Sul, p. 22, 2000.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

FIGUEIREDO, S. M. M.; CARVALHO, L. M. T. Avaliação da exatidão do mapeamento da cobertura da terra em capixaba, Acre, utilizando classificação por árvore de decisão. **Cerne**, Lavras, MG, v. 12, n. 1, p. 38-47, 2006.

GITELSON, A. A. Wide dynamic range vegetation index for remote quantification of crop biophysical characteristics, **Journal of Plant Physiology**, v. 161, p. 165-173, 2004.

GITELSON, A. A.; KAUFMAN, Y. J.; STARK, R.; RUNDQUIST, D; Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 80, p. 76-87, 2002.

GONZÁLEZ-SANPEDRO, M. C.; LE TOAN, T.; MORENO, J.; KERGOAT, L.; RUBIO, E. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 3, p. 810-824, 2008.

HATFIELD, J.; GITELSON, A.; SCHEPERS, J.; WALTHALL, C. Application of spectral remote sensings for agronomic decision. **Agronomy Journal**, p. 117-131, 2008.

HOLBEN, B. N.; TUCKER, C. J.; FAN, C. J. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v. 46, p. 651-656, 1980.

HUETE, A.; DIDAN, K.; MUIRA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERRERRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p. 195-213, 2002.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos Terrestres**. Trad. José Carlos Neves Epiphânio (coord.) [et.al.]. São José dos Campos - SP: Ed. Parêntese, 2009. 597 p.

JIANG, Z.; HUETE, A.R.; DIDAN, K.; MIURA, T., Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, p. 3833–3845, 2008.

JOHANSEN, B.; TØMMERVIK, H. The relationship between phytomass, NDVI and vegetation communities on Svalbard. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 27, p. 20-30, 2014.

KREZHOVA, D.; YANEV, T.; ALEXIEVA, V.; IVANOV S. Early detection of changes in leaf reflectance of pea plants (*Pisum sativum* L.) under herbicide action. INTERNATIONAL CONFERENCE OF RESENT ADVANCES IN SPACE TECHNOLOGIES, 2, Istanbul, Turkey, Junho, **Proceedings...** Istanbul, Turkey, 2009. p. 636-641.

LIU, J.; PATTEY, E.; MILLER, J. R.; MCNAIRN, H.; SMITH, A.; HU, B. Estimating crop stresses, aboveground dry biomass and yield of corn using multi-temporal optical data combined with a radiation use efficiency model. **Remote Sensing of Environment**, v. 114, p. 1167–1177, 2010.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; OCCIOLY, L. J.; SOBRAL, M. C. M.; PACHECO, A. P.; Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 14, n. 11, p. 1210–1219, 2010.

MARION, E. **Parâmetros hídricos para estimativa do rendimento de sementes de soja**. 2004. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MASCARENHAS, H. A. A. *et al.* Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônomo**, Campinas - SP, n. 57, v. 1, 2005,

MENESES, P. R. Princípios de sensoriamento remoto. *In*: MENESE, P. R.; ALMEIDA, T. (Orgs). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012. p. 276. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em: 5 abr. 2013.

MENOSSO, O. G. Descrição Botânica. *In*: **A cultura da soja no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Londrina: Embrapa Soja, 2000.

MERCANTE, E.; LAMPARELLI, R. A. C.; URIBE-OPAZO, M. A.; ROCHA, J. V. Modelos de regressão lineares para estimativa de produtividade da soja no oeste do paraná, utilizando dados espectrais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 504-517, 2010.

MITCHELL, R. L.; RUSSEL, W. J. Root development and rooting patterns of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) evaluated under fiel conditions. **Agronomy Jornal**, v. 63, p. 313-316, 1971.

MONTEIRO P. F. C. **Efeito das lâminas de irrigação e da adubação nitrogenada no comportamento espectral da cultura do feijão**. 2008, 182 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2008.

MONTEIRO, P. F. C.; ANGULO FILHO, R.; XAVIER, A. C.; MONTEIRO, R. O. C. Assessing biophysical variable parameters of bean crop with hyperspectral measurements. **Scientia Agrícola**, v. 69, p. 87-94, 2012.

MORAES, E. C. **Fundamentos de sensoriamento remoto**. Disponível em: http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf. Acesso em 5 abr. 2013.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 307 p.

MOULIN, S., GUÉRIF, M. Impacts of model parameter uncertainties on crop reflectance estimates: a regional case study on wheat. **International Journal of Remote Sensing**, v. 20, p. 213–218, 1999.

MÜLLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. *In*: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Eds). **A soja no Brasil**. 1981. p. 104.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja**: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Evangraf, 2005. 31 p.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. *In*: BONATO, E. R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPQ, 2000. p. 19-44.

NTECH INDUSTRIES. **GreenSeeker manuals**. Disponível em: <www.ntechindustries.com> Acesso em: 10.out. 2012.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB. **Soja**. Análise da Conjuntura Agropecuária. Disponível em: <www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja_2012_13.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.

PEARSON, R. L.; MILLER, R. D. Remote mapping of starting crop biomass for estimation of the productivity of the shortgrass prairie. **Proceedings...** v. 2, p. 1355-1373, 1972.

PENARIOL, A. Soja: cultivares no lugar certo. **Informações Agrônomicas**. v. 90, p. 13–14. 2000.

PETERSON, D. L.; ABER, J. D.; MATSON, P. A.; CARD, D. H.; SWANBERG, N.; WESSMAN, C.; SPANNER, M. Remote sensing of forest canopy and leaf biochemical contents. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, p. 85-108, 1988.

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. *In*: MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M. **Sensoriamento remoto**: refletância dos alvos naturais. Brasília: Editora Universidade de Brasília/Embrapa Cerrados, 2001. p. 157 - 199.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação**. 1. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 135 p.

POTITHEPA, S.; NASAHARAB, N. K. ; MURAOKAC, H.; NAGAIA S; SUZUKIA, R. What is the actual relationship between lai and vi in a deciduous broadleaf forest? **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science**. Kyoto Japan, 2010. v. XXXVIII, Part 8.

RANGEL, M. A. S. Minha soja floresceu com porte baixo e agora? Embrapa artigos. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/artigos/2006/artigo.2006-01-12.1615609604/>>. Acesso em: 5 ago. 2013.

RÊGO, S. C. A.; LIMA, P. P. S.; LIMA, M. N. S.; MONTEIRO, T. R. R. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri - PB. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, p. 1217-1229, 2012.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.

RITCHIE, G. L. **Use of ground-based canopy reflectance to determine radiation capture, nitrogen and water status, and final yield in wheat.** 2003. 134 f. Dissertation (Master of Crop Physiology) - Utah State University, Logan – Utah, 2003.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUIZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 431-437, 2001.

ROUSE, J. W. *et al.* Monitoring the vernal advancement of retrogradation of the natural vegetation. **Grenbelt**, MD : NASA/GSFC, 1974. 371 p.

SAKAMOTO, T.; WARDLOW, B. D.; GITELSON, A. A.; VERMA, S. B.; SUYKER, A. E.; ARKEBAUER, T. J. A Two-step filtering approach for detecting maize and soybean phenology with time-series MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, v. 114, p. 2146–2159, 2010.

SAKAMOTO, T.; YOKOZAWA, M.; TORITANI, H.; SHIBAYAMA, M.; ISHITSUKA, N.; OHNO, H. A crop phenology detection method using time-series MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 96, p. 366-374. 2005.

SEDIYAMA, T. *et al.* **Cultura da Soja.** I Parte. 3. Reimp. Viçosa - MG: UFV, 1996, 96 p.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção e uso da soja.** Londrina: Mecnas, 2009. 314 p.

SWAIN, P. H. **Remote sensing: the quantitative approach.** New York: Mcgraw-Hill, 396 p., 1978.

THENKABAIL, P. S.; SMITH, R. B.; DE-PAUW, E. Hyperspectral vegetation index for determining agricultural crop characteristics. **Remote Sensing of Environmental**, New York, v. 71, p. 158-182, 2000.

TOMÉ JUNIOR, J. B. Manual para a interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

TUCKER, C. J., Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote Sensing of Environment**, v. 8, p. 127-150, 1979.

TURNER, D. P.; COHEN, W. B.; KENNEDY, R. E. Relationships between leaf area index and Landsat TM Spectral Vegetation Indices across three temperate zone sites. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 70, p. 52-68, 1999.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **World agricultural supply and demand estimates.** Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br/home/reports.asp>>. Acesso em: 25 out. 2013.

VICENTE, L. E.; GOMES, D.; VICTORIA, D. C.; GARÇON, E. A. M.; BOLFE, E. L.; ANDRADE, R. G.; SILVA, G. B. S. Séries temporais de NDVI do sensor SPOT Vegetation e algoritmo SAM aplicados ao mapeamento de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, Brasília, 2012.

VIÑA, A. **Remote estimation of leaf area index and biomass in corn and soybean.** (Tese de doutorado) 144 p. University of Nebraska, Lincoln – Nebraska, 2004.

WARDLOW, B. D.; EGBERT S. L. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: An assessment for the U.S. Central Great Plains. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, p. 1096-1116, 2008.

WU, J.; WANG, D; BAUER, M.E. Assessing broadband vegetation indices and QuickBird data in estimating leaf area index of corn and potato canopies. **Field Crops Research**, v. 102, p. 33-42, 2007.

XAVIER, A. C. **Estimativa da dinâmica do índice de área foliar em uma microbacia hidrográfica por meio de técnicas de sensoriamento remoto**. 2002. 111 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

YOU, X.; MENG, J.; ZHANG, M.; DONG, T. Remote sensing based detection of crop phenology for agricultural zones in china using a new threshold method. **Remote Sensing of Environment**, v. 5, p. 3190-3211, 2013.

ZARCO-TEJADA, P.; MILLER, J.; MOHAMMED, G.; NOLAND, T.; SAMPSON, P. H. Vegetation stress detection through chlorophyll a and b estimation and fluorescence effect on hyperspectral imagery. **Journal Environmental Quality**, v. 31, p. 1433–1441, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO EXPERIMENTO 1

Tabela 1 Estatística descritiva da cultivar CD 202RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 28/06 | 0.299 | 0.620 | 0.431 | 0.415 | 0.389 | 0.461 | 0.067 | 15.644 | 3.209 | 0.697 |
| 13/07 | 0.489 | 0.743 | 0.628 | 0.637 | 0.592 | 0.660 | 0.054 | 8.613 | 2.924 | -0.351 |
| 23/07 | 0.745 | 0.889 | 0.830 | 0.834 | 0.809 | 0.854 | 0.033 | 4.030 | 2.579 | -0.525 |
| 09/08 | 0.787 | 0.922 | 0.872 | 0.875 | 0.858 | 0.888 | 0.025 | 2.879 | 4.103 | -0.826 |
| 23/08 | 0.726 | 0.908 | 0.856 | 0.863 | 0.846 | 0.877 | 0.032 | 3.795 | 5.970 | -1.553 |
| 06/09 | 0.589 | 0.892 | 0.816 | 0.847 | 0.802 | 0.862 | 0.073 | 8.897 | 4.397 | -1.563 |
| 12/09 | 0.615 | 0.917 | 0.859 | 0.879 | 0.843 | 0.891 | 0.054 | 6.249 | 8.928 | -2.237 |
| 13/09 | 0.624 | 0.918 | 0.836 | 0.864 | 0.785 | 0.882 | 0.061 | 7.289 | 3.536 | -1.091 |
| 17/09 | 0.625 | 0.898 | 0.827 | 0.866 | 0.786 | 0.881 | 0.076 | 9.237 | 3.229 | -1.228 |
| 19/09 | 0.735 | 0.919 | 0.863 | 0.876 | 0.840 | 0.889 | 0.038 | 4.367 | 3.697 | -1.165 |
| 21/09 | 0.663 | 0.916 | 0.845 | 0.871 | 0.828 | 0.884 | 0.059 | 6.997 | 3.584 | -1.316 |
| 24/09 | 0.549 | 0.889 | 0.802 | 0.841 | 0.791 | 0.857 | 0.084 | 10.448 | 3.246 | -1.268 |
| 05/10 | 0.413 | 0.850 | 0.714 | 0.753 | 0.643 | 0.792 | 0.107 | 15.022 | 3.003 | -0.945 |
| 18/10 | 0.210 | 0.468 | 0.288 | 0.279 | 0.262 | 0.302 | 0.042 | 14.631 | 7.099 | 1.686 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 2 Estatística descritiva da cultivar CD 2737RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.102 | 0.239 | 0.146 | 0.140 | 0.131 | 0.159 | 0.022 | 15.251 | 4.357 | 1.093 |
| 28/06 | 0.155 | 0.385 | 0.260 | 0.257 | 0.213 | 0.301 | 0.056 | 21.540 | 2.136 | 0.271 |
| 13/07 | 0.282 | 0.612 | 0.422 | 0.413 | 0.366 | 0.473 | 0.074 | 17.633 | 2.476 | 0.372 |
| 23/07 | 0.305 | 0.796 | 0.632 | 0.656 | 0.540 | 0.733 | 0.111 | 17.624 | 2.189 | -0.439 |
| 09/08 | 0.586 | 0.888 | 0.801 | 0.816 | 0.765 | 0.844 | 0.056 | 7.042 | 4.327 | -1.106 |
| 23/08 | 0.733 | 0.904 | 0.835 | 0.841 | 0.811 | 0.860 | 0.033 | 3.993 | 2.823 | -0.468 |
| 06/09 | 0.214 | 0.537 | 0.341 | 0.324 | 0.281 | 0.407 | 0.076 | 22.380 | 2.140 | 0.492 |
| 12/09 | 0.740 | 0.921 | 0.870 | 0.875 | 0.862 | 0.890 | 0.030 | 3.401 | 7.903 | -1.944 |
| 17/09 | 0.794 | 0.917 | 0.879 | 0.883 | 0.868 | 0.894 | 0.021 | 2.357 | 5.062 | -1.190 |
| 19/09 | 0.770 | 0.910 | 0.866 | 0.875 | 0.857 | 0.884 | 0.028 | 3.252 | 4.648 | -1.366 |
| 21/09 | 0.718 | 0.918 | 0.864 | 0.873 | 0.855 | 0.887 | 0.035 | 4.059 | 7.304 | -1.845 |
| 24/09 | 0.641 | 0.905 | 0.842 | 0.864 | 0.822 | 0.877 | 0.055 | 6.490 | 5.762 | -1.731 |
| 05/10 | 0.462 | 0.877 | 0.761 | 0.800 | 0.706 | 0.835 | 0.104 | 13.709 | 3.981 | -1.327 |
| 18/10 | 0.214 | 0.537 | 0.341 | 0.324 | 0.281 | 0.407 | 0.076 | 22.380 | 2.140 | 0.492 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 3 Estatística descritiva da cultivar CD 2630RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.125 | 0.275 | 0.200 | 0.204 | 0.180 | 0.219 | 0.029 | 14.278 | 2.572 | -0.247 |
| 28/06 | 0.282 | 0.584 | 0.445 | 0.447 | 0.414 | 0.486 | 0.057 | 12.882 | 3.031 | -0.471 |
| 13/07 | 0.503 | 0.789 | 0.652 | 0.659 | 0.603 | 0.707 | 0.068 | 10.461 | 2.191 | -0.164 |
| 23/07 | 0.711 | 0.908 | 0.826 | 0.828 | 0.794 | 0.873 | 0.050 | 5.997 | 2.195 | -0.235 |
| 09/08 | 0.823 | 0.931 | 0.888 | 0.889 | 0.875 | 0.902 | 0.021 | 2.331 | 3.414 | -0.636 |
| 23/08 | 0.820 | 0.927 | 0.875 | 0.875 | 0.864 | 0.886 | 0.018 | 2.067 | 3.651 | -0.339 |
| 06/09 | 0.207 | 0.483 | 0.369 | 0.360 | 0.331 | 0.412 | 0.061 | 16.458 | 2.447 | -0.018 |
| 12/09 | 0.737 | 0.904 | 0.841 | 0.845 | 0.820 | 0.863 | 0.031 | 3.672 | 3.056 | -0.530 |
| 13/09 | 0.638 | 0.912 | 0.836 | 0.850 | 0.805 | 0.882 | 0.057 | 6.781 | 3.599 | -0.995 |
| 17/09 | 0.740 | 0.904 | 0.853 | 0.862 | 0.839 | 0.877 | 0.033 | 3.899 | 3.663 | -1.055 |
| 19/09 | 0.657 | 0.897 | 0.828 | 0.844 | 0.805 | 0.864 | 0.050 | 6.008 | 3.753 | -1.134 |
| 21/09 | 0.713 | 0.892 | 0.834 | 0.839 | 0.818 | 0.856 | 0.032 | 3.846 | 5.152 | -1.270 |
| 24/09 | 0.736 | 0.891 | 0.835 | 0.840 | 0.815 | 0.858 | 0.031 | 3.742 | 3.010 | -0.681 |
| 05/10 | 0.603 | 0.859 | 0.770 | 0.790 | 0.737 | 0.820 | 0.062 | 8.017 | 2.857 | -0.845 |
| 18/10 | 0.207 | 0.483 | 0.369 | 0.360 | 0.331 | 0.412 | 0.061 | 16.458 | 2.447 | -0.018 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 4 Estatística descritiva da cultivar CD 231RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.141 | 0.282 | 0.216 | 0.216 | 0.197 | 0.237 | 0.027 | 12.584 | 2.781 | -0.103 |
| 28/06 | 0.368 | 0.590 | 0.488 | 0.484 | 0.460 | 0.519 | 0.041 | 8.461 | 2.690 | -0.090 |
| 13/07 | 0.657 | 0.839 | 0.772 | 0.781 | 0.751 | 0.796 | 0.035 | 4.546 | 3.598 | -0.746 |
| 23/07 | 0.806 | 0.915 | 0.868 | 0.870 | 0.854 | 0.883 | 0.023 | 2.618 | 2.815 | -0.419 |
| 09/08 | 0.820 | 0.924 | 0.889 | 0.891 | 0.877 | 0.905 | 0.020 | 2.295 | 3.701 | -0.875 |
| 23/08 | 0.819 | 0.921 | 0.885 | 0.889 | 0.873 | 0.898 | 0.019 | 2.130 | 3.369 | -0.791 |
| 06/09 | 0.266 | 0.558 | 0.405 | 0.401 | 0.371 | 0.425 | 0.053 | 12.985 | 3.649 | 0.504 |
| 12/09 | 0.601 | 0.913 | 0.852 | 0.872 | 0.844 | 0.889 | 0.061 | 7.127 | 7.571 | -2.184 |
| 13/09 | 0.686 | 0.906 | 0.858 | 0.870 | 0.850 | 0.883 | 0.041 | 4.721 | 7.284 | -2.087 |
| 17/09 | 0.573 | 0.905 | 0.825 | 0.861 | 0.786 | 0.880 | 0.082 | 9.923 | 3.271 | -1.261 |
| 19/09 | 0.416 | 0.903 | 0.823 | 0.863 | 0.832 | 0.883 | 0.103 | 12.515 | 6.651 | -2.128 |
| 21/09 | 0.535 | 0.906 | 0.816 | 0.862 | 0.754 | 0.881 | 0.094 | 11.545 | 3.441 | -1.300 |
| 24/09 | 0.500 | 0.901 | 0.805 | 0.836 | 0.788 | 0.869 | 0.095 | 11.777 | 4.908 | -1.642 |
| 05/10 | 0.455 | 0.877 | 0.744 | 0.788 | 0.646 | 0.827 | 0.111 | 14.993 | 2.592 | -0.951 |
| 18/10 | 0.266 | 0.558 | 0.405 | 0.401 | 0.371 | 0.425 | 0.053 | 12.985 | 3.649 | 0.504 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 5 Estatística descritiva da cultivar CD 2585_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.110 | 0.215 | 0.151 | 0.148 | 0.133 | 0.168 | 0.024 | 15.754 | 2.590 | 0.478 |
| 28/06 | 0.227 | 0.531 | 0.388 | 0.387 | 0.346 | 0.432 | 0.073 | 18.866 | 2.576 | -0.177 |
| 13/07 | 0.274 | 0.727 | 0.553 | 0.572 | 0.521 | 0.610 | 0.089 | 16.070 | 4.584 | -1.261 |
| 23/07 | 0.647 | 0.846 | 0.768 | 0.773 | 0.738 | 0.800 | 0.042 | 5.499 | 2.735 | -0.543 |
| 09/08 | 0.609 | 0.869 | 0.776 | 0.776 | 0.753 | 0.805 | 0.044 | 5.662 | 4.133 | -0.476 |
| 23/08 | 0.677 | 0.874 | 0.789 | 0.787 | 0.757 | 0.821 | 0.042 | 5.382 | 2.459 | -0.078 |
| 06/09 | 0.246 | 0.585 | 0.394 | 0.386 | 0.335 | 0.432 | 0.074 | 18.772 | 2.814 | 0.592 |
| 12/09 | 0.632 | 0.891 | 0.805 | 0.806 | 0.766 | 0.855 | 0.055 | 6.821 | 2.472 | -0.405 |
| 13/09 | 0.731 | 0.892 | 0.830 | 0.838 | 0.801 | 0.861 | 0.039 | 4.726 | 2.232 | -0.443 |
| 17/09 | 0.720 | 0.893 | 0.835 | 0.848 | 0.811 | 0.867 | 0.042 | 4.998 | 3.268 | -1.035 |
| 19/09 | 0.564 | 0.878 | 0.800 | 0.815 | 0.776 | 0.845 | 0.061 | 7.568 | 4.513 | -1.300 |
| 21/09 | 0.546 | 0.897 | 0.809 | 0.830 | 0.763 | 0.866 | 0.069 | 8.528 | 4.194 | -1.182 |
| 24/09 | 0.487 | 0.885 | 0.766 | 0.804 | 0.703 | 0.836 | 0.093 | 12.079 | 3.061 | -1.021 |
| 05/10 | 0.353 | 0.811 | 0.663 | 0.702 | 0.578 | 0.761 | 0.115 | 17.369 | 2.716 | -0.788 |
| 18/10 | 0.246 | 0.585 | 0.394 | 0.386 | 0.335 | 0.432 | 0.074 | 18.772 | 2.814 | 0.592 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 6 Estatística descritiva da cultivar CD 2630RR_CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.118 | 0.306 | 0.199 | 0.201 | 0.174 | 0.219 | 0.037 | 18.562 | 3.132 | 0.251 |
| 28/06 | 0.277 | 0.561 | 0.438 | 0.438 | 0.399 | 0.480 | 0.058 | 13.179 | 2.607 | -0.136 |
| 13/07 | 0.516 | 0.746 | 0.624 | 0.627 | 0.591 | 0.658 | 0.049 | 7.813 | 2.731 | -0.093 |
| 23/07 | 0.720 | 0.846 | 0.783 | 0.785 | 0.761 | 0.805 | 0.028 | 3.632 | 2.225 | -0.108 |
| 09/08 | 0.784 | 0.897 | 0.843 | 0.843 | 0.825 | 0.861 | 0.023 | 2.750 | 2.543 | -0.066 |
| 23/08 | 0.774 | 0.897 | 0.847 | 0.850 | 0.831 | 0.863 | 0.023 | 2.749 | 2.916 | -0.516 |
| 06/09 | 0.336 | 0.614 | 0.451 | 0.456 | 0.396 | 0.501 | 0.063 | 14.016 | 1.977 | 0.152 |
| 12/09 | 0.708 | 0.904 | 0.834 | 0.842 | 0.812 | 0.861 | 0.040 | 4.745 | 4.100 | -1.069 |
| 13/09 | 0.755 | 0.911 | 0.844 | 0.848 | 0.826 | 0.865 | 0.030 | 3.554 | 2.888 | -0.479 |
| 17/09 | 0.720 | 0.902 | 0.835 | 0.841 | 0.816 | 0.863 | 0.038 | 4.512 | 3.589 | -0.937 |
| 19/09 | 0.599 | 0.898 | 0.783 | 0.797 | 0.735 | 0.833 | 0.064 | 8.217 | 2.587 | -0.516 |
| 21/09 | 0.546 | 0.887 | 0.790 | 0.808 | 0.773 | 0.838 | 0.067 | 8.422 | 4.360 | -1.335 |
| 24/09 | 0.517 | 0.871 | 0.744 | 0.765 | 0.689 | 0.803 | 0.075 | 10.096 | 2.889 | -0.798 |
| 05/10 | 0.433 | 0.856 | 0.675 | 0.697 | 0.567 | 0.782 | 0.122 | 17.998 | 1.686 | -0.273 |
| 18/10 | 0.336 | 0.614 | 0.451 | 0.456 | 0.396 | 0.501 | 0.063 | 14.016 | 1.977 | 0.152 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 7 Estatística descritiva da cultivar CD 231RR_ CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.125 | 0.298 | 0.211 | 0.212 | 0.193 | 0.230 | 0.030 | 13.970 | 3.046 | 0.017 |
| 28/06 | 0.389 | 0.594 | 0.485 | 0.485 | 0.456 | 0.516 | 0.044 | 9.041 | 2.576 | 0.059 |
| 13/07 | 0.682 | 0.852 | 0.767 | 0.764 | 0.744 | 0.792 | 0.036 | 4.632 | 2.417 | -0.045 |
| 23/07 | 0.795 | 0.909 | 0.868 | 0.871 | 0.859 | 0.884 | 0.025 | 2.841 | 3.632 | -0.860 |
| 09/08 | 0.797 | 0.920 | 0.873 | 0.879 | 0.862 | 0.893 | 0.026 | 2.999 | 3.499 | -1.015 |
| 23/08 | 0.748 | 0.923 | 0.866 | 0.869 | 0.853 | 0.885 | 0.027 | 3.153 | 6.143 | -1.262 |
| 06/09 | 0.301 | 0.621 | 0.491 | 0.491 | 0.461 | 0.526 | 0.055 | 11.211 | 3.325 | -0.382 |
| 12/09 | 0.719 | 0.905 | 0.840 | 0.848 | 0.806 | 0.877 | 0.044 | 5.207 | 2.238 | -0.525 |
| 13/09 | 0.603 | 0.890 | 0.813 | 0.838 | 0.789 | 0.856 | 0.063 | 7.713 | 4.133 | -1.377 |
| 17/09 | 0.558 | 0.909 | 0.829 | 0.852 | 0.827 | 0.870 | 0.068 | 8.143 | 6.788 | -1.996 |
| 19/09 | 0.414 | 0.867 | 0.741 | 0.780 | 0.674 | 0.821 | 0.106 | 14.301 | 3.406 | -1.159 |
| 21/09 | 0.434 | 0.879 | 0.770 | 0.801 | 0.726 | 0.829 | 0.085 | 11.085 | 4.507 | -1.348 |
| 24/09 | 0.362 | 0.831 | 0.615 | 0.607 | 0.531 | 0.707 | 0.112 | 18.230 | 2.105 | -0.085 |
| 05/10 | 0.237 | 0.823 | 0.584 | 0.609 | 0.479 | 0.717 | 0.157 | 26.795 | 2.172 | -0.546 |
| 18/10 | 0.301 | 0.621 | 0.491 | 0.491 | 0.461 | 0.526 | 0.055 | 11.211 | 3.325 | -0.382 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 8 Estatística descritiva da cultivar CD 202RR_ CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.131 | 0.306 | 0.215 | 0.217 | 0.189 | 0.241 | 0.036 | 16.639 | 2.345 | -0.128 |
| 28/06 | 0.327 | 0.617 | 0.484 | 0.487 | 0.447 | 0.525 | 0.056 | 11.549 | 2.809 | -0.205 |
| 13/07 | 0.615 | 0.814 | 0.735 | 0.740 | 0.714 | 0.761 | 0.042 | 5.715 | 3.105 | -0.502 |
| 23/07 | 0.823 | 0.923 | 0.871 | 0.871 | 0.860 | 0.884 | 0.021 | 2.415 | 2.739 | 0.143 |
| 09/08 | 0.645 | 0.910 | 0.853 | 0.868 | 0.845 | 0.886 | 0.050 | 5.818 | 5.891 | -1.712 |
| 23/08 | 0.723 | 0.922 | 0.850 | 0.857 | 0.837 | 0.875 | 0.038 | 4.524 | 4.080 | -1.089 |
| 06/09 | 0.275 | 0.625 | 0.461 | 0.467 | 0.413 | 0.508 | 0.070 | 15.150 | 2.458 | -0.127 |
| 12/09 | 0.681 | 0.911 | 0.844 | 0.860 | 0.819 | 0.877 | 0.045 | 5.293 | 3.859 | -1.125 |
| 13/09 | 0.740 | 0.911 | 0.862 | 0.871 | 0.855 | 0.883 | 0.034 | 3.917 | 4.581 | -1.464 |
| 17/09 | 0.767 | 0.915 | 0.867 | 0.873 | 0.850 | 0.887 | 0.028 | 3.285 | 4.303 | -1.013 |
| 19/09 | 0.460 | 0.900 | 0.791 | 0.824 | 0.756 | 0.860 | 0.098 | 12.401 | 4.182 | -1.354 |
| 21/09 | 0.511 | 0.927 | 0.822 | 0.859 | 0.810 | 0.882 | 0.095 | 11.562 | 4.502 | -1.577 |
| 24/09 | 0.481 | 0.813 | 0.672 | 0.690 | 0.638 | 0.730 | 0.078 | 11.625 | 2.764 | -0.733 |
| 05/10 | 0.295 | 0.851 | 0.679 | 0.715 | 0.572 | 0.792 | 0.129 | 19.032 | 2.420 | -0.680 |
| 18/10 | 0.275 | 0.625 | 0.461 | 0.467 | 0.413 | 0.508 | 0.070 | 15.150 | 2.458 | -0.127 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 9 Estatística descritiva da cultivar CD 2535RR_ CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|--------|--------|
| 15/06 | 0.120 | 0.228 | 0.169 | 0.168 | 0.153 | 0.185 | 0.022 | 13.142 | 2.994 | 0.330 |
| 28/06 | 0.229 | 0.583 | 0.431 | 0.438 | 0.389 | 0.482 | 0.076 | 17.668 | 3.066 | -0.575 |
| 13/07 | 0.393 | 0.762 | 0.626 | 0.646 | 0.590 | 0.669 | 0.072 | 11.539 | 3.598 | -0.861 |
| 23/07 | 0.323 | 0.850 | 0.661 | 0.711 | 0.585 | 0.761 | 0.144 | 21.809 | 2.832 | -0.966 |
| 09/08 | 0.426 | 0.850 | 0.726 | 0.757 | 0.664 | 0.800 | 0.090 | 12.414 | 3.109 | -0.865 |
| 23/08 | 0.448 | 0.888 | 0.794 | 0.816 | 0.766 | 0.835 | 0.065 | 8.181 | 10.340 | -2.176 |
| 06/09 | 0.225 | 0.730 | 0.518 | 0.513 | 0.464 | 0.584 | 0.091 | 17.511 | 2.942 | -0.320 |
| 12/09 | 0.514 | 0.903 | 0.828 | 0.842 | 0.822 | 0.866 | 0.069 | 8.307 | 11.953 | -2.844 |
| 13/09 | 0.622 | 0.908 | 0.836 | 0.862 | 0.824 | 0.879 | 0.066 | 7.905 | 4.663 | -1.580 |
| 17/09 | 0.558 | 0.906 | 0.825 | 0.869 | 0.784 | 0.886 | 0.089 | 10.840 | 3.893 | -1.402 |
| 19/09 | 0.403 | 0.911 | 0.792 | 0.853 | 0.800 | 0.878 | 0.141 | 17.850 | 3.884 | -1.553 |
| 21/09 | 0.453 | 0.902 | 0.792 | 0.849 | 0.704 | 0.874 | 0.110 | 13.879 | 2.928 | -1.054 |
| 24/09 | 0.316 | 0.837 | 0.668 | 0.699 | 0.591 | 0.742 | 0.110 | 16.456 | 3.840 | -1.061 |
| 05/10 | 0.334 | 0.881 | 0.684 | 0.758 | 0.579 | 0.798 | 0.160 | 23.467 | 2.310 | -0.897 |
| 18/10 | 0.225 | 0.730 | 0.518 | 0.513 | 0.464 | 0.584 | 0.091 | 17.511 | 2.942 | -0.320 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 10 Estatística descritiva da cultivar CD 2737RR_ CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 15/06 | 0.116 | 0.250 | 0.177 | 0.174 | 0.160 | 0.191 | 0.025 | 13.823 | 3.185 | 0.565 |
| 28/06 | 0.246 | 0.524 | 0.359 | 0.356 | 0.303 | 0.411 | 0.066 | 18.510 | 2.278 | 0.277 |
| 13/07 | 0.355 | 0.658 | 0.542 | 0.561 | 0.496 | 0.601 | 0.075 | 13.830 | 2.520 | -0.710 |
| 23/07 | 0.208 | 0.781 | 0.598 | 0.645 | 0.543 | 0.703 | 0.146 | 24.485 | 3.133 | -1.136 |
| 09/08 | 0.293 | 0.868 | 0.644 | 0.676 | 0.539 | 0.765 | 0.147 | 22.891 | 2.175 | -0.530 |
| 23/08 | 0.308 | 0.918 | 0.764 | 0.791 | 0.718 | 0.834 | 0.103 | 13.506 | 6.437 | -1.632 |
| 06/09 | 0.295 | 0.771 | 0.617 | 0.634 | 0.586 | 0.674 | 0.092 | 14.819 | 4.767 | -1.233 |
| 12/09 | 0.703 | 0.928 | 0.860 | 0.869 | 0.837 | 0.887 | 0.039 | 4.549 | 4.810 | -1.246 |
| 13/09 | 0.711 | 0.913 | 0.856 | 0.864 | 0.838 | 0.881 | 0.034 | 3.999 | 4.371 | -1.077 |
| 17/09 | 0.807 | 0.912 | 0.876 | 0.881 | 0.866 | 0.892 | 0.021 | 2.387 | 4.057 | -1.114 |
| 19/09 | 0.676 | 0.921 | 0.847 | 0.860 | 0.832 | 0.881 | 0.049 | 5.740 | 5.224 | -1.478 |
| 21/09 | 0.674 | 0.919 | 0.860 | 0.866 | 0.849 | 0.883 | 0.036 | 4.229 | 8.714 | -1.908 |
| 24/09 | 0.343 | 0.831 | 0.648 | 0.657 | 0.612 | 0.700 | 0.075 | 11.506 | 3.887 | -0.640 |
| 05/10 | 0.328 | 0.874 | 0.712 | 0.741 | 0.667 | 0.787 | 0.114 | 16.017 | 5.024 | -1.465 |
| 18/10 | 0.295 | 0.771 | 0.617 | 0.634 | 0.586 | 0.674 | 0.092 | 14.819 | 4.767 | -1.233 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

APÊNDICE B – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DO EXPERIMENTO 2.

Tabela 1 Estatística descritiva da cultivar CD 2585RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | 0.175 | 0.272 | 0.205 | 0.203 | 0.193 | 0.212 | 0.017 | 8.495 | 5.520 | 1.373 |
| 20 | 0.207 | 0.274 | 0.238 | 0.237 | 0.228 | 0.246 | 0.014 | 5.951 | 2.774 | 0.179 |
| 27 | 0.234 | 0.427 | 0.309 | 0.305 | 0.289 | 0.328 | 0.031 | 10.037 | 4.090 | 0.411 |
| 34 | 0.260 | 0.472 | 0.347 | 0.345 | 0.313 | 0.376 | 0.045 | 13.064 | 2.621 | 0.438 |
| 42 | 0.243 | 0.548 | 0.366 | 0.345 | 0.318 | 0.408 | 0.069 | 18.720 | 2.803 | 0.792 |
| 56 | 0.311 | 0.685 | 0.465 | 0.450 | 0.380 | 0.541 | 0.105 | 22.554 | 2.011 | 0.329 |
| 63 | 0.316 | 0.798 | 0.555 | 0.567 | 0.433 | 0.642 | 0.139 | 24.972 | 1.874 | 0.215 |
| 70 | 0.315 | 0.802 | 0.540 | 0.529 | 0.418 | 0.634 | 0.139 | 25.656 | 2.031 | 0.163 |
| 77 | 0.369 | 0.836 | 0.589 | 0.581 | 0.489 | 0.694 | 0.126 | 21.370 | 1.911 | 0.158 |
| 84 | 0.398 | 0.823 | 0.577 | 0.580 | 0.476 | 0.640 | 0.110 | 19.139 | 2.169 | 0.336 |
| 91 | 0.495 | 0.906 | 0.768 | 0.755 | 0.702 | 0.862 | 0.096 | 12.469 | 2.411 | -0.333 |
| 98 | 0.578 | 0.940 | 0.801 | 0.817 | 0.752 | 0.861 | 0.073 | 9.054 | 3.310 | -0.771 |
| 105 | 0.779 | 0.939 | 0.872 | 0.878 | 0.852 | 0.895 | 0.031 | 3.530 | 3.164 | -0.652 |
| 110 | 0.766 | 0.931 | 0.875 | 0.879 | 0.863 | 0.894 | 0.028 | 3.203 | 5.005 | -1.135 |
| 113 | 0.761 | 0.915 | 0.863 | 0.869 | 0.848 | 0.888 | 0.033 | 3.822 | 4.217 | -1.219 |
| 118 | 0.731 | 0.905 | 0.831 | 0.835 | 0.803 | 0.864 | 0.044 | 5.338 | 2.331 | -0.410 |
| 120 | 0.583 | 0.896 | 0.767 | 0.775 | 0.732 | 0.812 | 0.064 | 8.347 | 3.009 | -0.590 |
| 124 | 0.592 | 0.891 | 0.798 | 0.813 | 0.779 | 0.847 | 0.067 | 8.370 | 3.596 | -1.096 |
| 127 | 0.678 | 0.883 | 0.795 | 0.800 | 0.770 | 0.829 | 0.044 | 5.540 | 2.822 | -0.536 |
| 131 | 0.723 | 0.903 | 0.829 | 0.841 | 0.805 | 0.857 | 0.041 | 4.980 | 2.813 | -0.761 |
| 134 | 0.523 | 0.852 | 0.758 | 0.774 | 0.720 | 0.810 | 0.074 | 9.747 | 3.840 | -1.128 |
| 138 | 0.544 | 0.889 | 0.788 | 0.801 | 0.771 | 0.826 | 0.060 | 7.658 | 6.487 | -1.742 |
| 141 | 0.600 | 0.879 | 0.784 | 0.799 | 0.744 | 0.831 | 0.065 | 8.261 | 3.170 | -0.838 |
| 146 | 0.244 | 0.816 | 0.607 | 0.639 | 0.499 | 0.737 | 0.160 | 26.336 | 2.206 | -0.650 |
| 154 | 0.275 | 0.759 | 0.573 | 0.614 | 0.475 | 0.675 | 0.126 | 21.980 | 2.111 | -0.560 |
| 160 | 0.380 | 0.761 | 0.601 | 0.625 | 0.522 | 0.679 | 0.100 | 16.606 | 2.134 | -0.441 |
| 167 | 0.389 | 0.801 | 0.615 | 0.614 | 0.546 | 0.689 | 0.092 | 14.894 | 2.367 | -0.097 |
| 172 | 0.429 | 0.785 | 0.606 | 0.610 | 0.551 | 0.652 | 0.067 | 11.114 | 2.689 | -0.054 |
| 179 | 0.250 | 0.652 | 0.460 | 0.474 | 0.377 | 0.551 | 0.103 | 22.409 | 1.861 | -0.161 |
| 188 | 0.142 | 0.330 | 0.252 | 0.253 | 0.232 | 0.277 | 0.036 | 14.220 | 3.610 | -0.481 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 2 Estatística descritiva da cultivar CD 2737RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | 0.185 | 0.309 | 0.230 | 0.228 | 0.210 | 0.246 | 0.026 | 11.165 | 3.018 | 0.583 |
| 20 | 0.209 | 0.317 | 0.255 | 0.251 | 0.238 | 0.270 | 0.024 | 9.441 | 2.629 | 0.376 |
| 27 | 0.234 | 0.412 | 0.325 | 0.330 | 0.303 | 0.347 | 0.034 | 10.353 | 2.896 | -0.206 |
| 34 | 0.257 | 0.467 | 0.379 | 0.384 | 0.358 | 0.404 | 0.037 | 9.863 | 3.165 | -0.423 |
| 42 | 0.284 | 0.597 | 0.409 | 0.408 | 0.372 | 0.439 | 0.061 | 14.982 | 4.250 | 0.711 |
| 56 | 0.378 | 0.761 | 0.579 | 0.596 | 0.535 | 0.640 | 0.084 | 14.525 | 2.992 | -0.677 |
| 63 | 0.489 | 0.873 | 0.729 | 0.732 | 0.680 | 0.800 | 0.087 | 11.987 | 2.664 | -0.487 |
| 70 | 0.577 | 0.884 | 0.775 | 0.790 | 0.750 | 0.831 | 0.071 | 9.196 | 2.911 | -0.889 |
| 77 | 0.546 | 0.888 | 0.783 | 0.803 | 0.761 | 0.833 | 0.075 | 9.608 | 4.119 | -1.244 |
| 84 | 0.649 | 0.901 | 0.817 | 0.835 | 0.785 | 0.865 | 0.060 | 7.396 | 3.087 | -1.016 |
| 91 | 0.823 | 0.946 | 0.907 | 0.910 | 0.900 | 0.918 | 0.018 | 1.990 | 6.781 | -1.246 |
| 98 | 0.857 | 0.952 | 0.917 | 0.918 | 0.907 | 0.929 | 0.017 | 1.843 | 3.661 | -0.717 |
| 105 | 0.872 | 0.941 | 0.914 | 0.915 | 0.905 | 0.924 | 0.014 | 1.492 | 3.020 | -0.529 |
| 110 | 0.875 | 0.954 | 0.913 | 0.913 | 0.903 | 0.923 | 0.015 | 1.635 | 2.796 | 0.019 |
| 113 | 0.851 | 0.925 | 0.896 | 0.897 | 0.888 | 0.907 | 0.014 | 1.611 | 3.282 | -0.511 |
| 118 | 0.854 | 0.955 | 0.909 | 0.911 | 0.899 | 0.921 | 0.019 | 2.091 | 3.979 | -0.734 |
| 120 | 0.778 | 0.889 | 0.836 | 0.836 | 0.822 | 0.853 | 0.023 | 2.735 | 2.543 | -0.156 |
| 124 | 0.821 | 0.913 | 0.873 | 0.872 | 0.862 | 0.890 | 0.019 | 2.191 | 2.452 | -0.152 |
| 127 | 0.779 | 0.903 | 0.857 | 0.859 | 0.845 | 0.871 | 0.022 | 2.545 | 4.080 | -0.719 |
| 131 | 0.801 | 0.936 | 0.874 | 0.876 | 0.860 | 0.892 | 0.024 | 2.749 | 3.451 | -0.549 |
| 134 | 0.744 | 0.893 | 0.823 | 0.825 | 0.807 | 0.847 | 0.032 | 3.848 | 2.899 | -0.448 |
| 138 | 0.799 | 0.909 | 0.857 | 0.860 | 0.846 | 0.873 | 0.023 | 2.735 | 2.726 | -0.440 |
| 141 | 0.811 | 0.922 | 0.869 | 0.867 | 0.854 | 0.883 | 0.022 | 2.505 | 3.032 | -0.066 |
| 146 | 0.765 | 0.874 | 0.829 | 0.828 | 0.815 | 0.848 | 0.025 | 2.982 | 2.607 | -0.338 |
| 154 | 0.599 | 0.834 | 0.740 | 0.747 | 0.703 | 0.784 | 0.055 | 7.403 | 2.312 | -0.373 |
| 160 | 0.611 | 0.852 | 0.761 | 0.782 | 0.711 | 0.808 | 0.061 | 8.075 | 2.393 | -0.693 |
| 167 | 0.597 | 0.888 | 0.784 | 0.789 | 0.757 | 0.817 | 0.050 | 6.335 | 4.890 | -0.945 |
| 172 | 0.602 | 0.864 | 0.758 | 0.754 | 0.720 | 0.807 | 0.061 | 8.058 | 2.363 | -0.263 |
| 179 | 0.523 | 0.874 | 0.741 | 0.766 | 0.690 | 0.810 | 0.085 | 11.517 | 2.456 | -0.651 |
| 188 | 0.253 | 0.683 | 0.436 | 0.415 | 0.372 | 0.491 | 0.088 | 20.157 | 3.099 | 0.707 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 3 Estatística descritiva da cultivar CD 202RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|--------|--------|
| 13 | 0.164 | 0.267 | 0.213 | 0.212 | 0.199 | 0.223 | 0.019 | 8.875 | 3.562 | 0.365 |
| 20 | 0.192 | 0.270 | 0.230 | 0.228 | 0.217 | 0.242 | 0.017 | 7.515 | 2.444 | 0.107 |
| 27 | 0.211 | 0.378 | 0.287 | 0.291 | 0.261 | 0.307 | 0.032 | 11.285 | 2.749 | 0.098 |
| 34 | 0.218 | 0.434 | 0.313 | 0.316 | 0.278 | 0.346 | 0.046 | 14.848 | 2.649 | 0.078 |
| 42 | 0.193 | 0.476 | 0.342 | 0.351 | 0.293 | 0.388 | 0.065 | 19.024 | 2.345 | -0.101 |
| 56 | 0.237 | 0.695 | 0.477 | 0.501 | 0.375 | 0.585 | 0.131 | 27.478 | 1.934 | -0.274 |
| 63 | 0.287 | 0.862 | 0.651 | 0.700 | 0.592 | 0.760 | 0.149 | 22.849 | 2.732 | -0.926 |
| 70 | 0.207 | 0.889 | 0.695 | 0.754 | 0.634 | 0.837 | 0.187 | 26.910 | 3.471 | -1.227 |
| 77 | 0.194 | 0.855 | 0.700 | 0.756 | 0.689 | 0.796 | 0.155 | 22.178 | 5.536 | -1.824 |
| 84 | 0.258 | 0.894 | 0.749 | 0.816 | 0.718 | 0.855 | 0.162 | 21.685 | 5.003 | -1.740 |
| 91 | 0.876 | 0.947 | 0.913 | 0.914 | 0.902 | 0.927 | 0.016 | 1.736 | 2.401 | -0.165 |
| 98 | 0.619 | 0.936 | 0.887 | 0.898 | 0.883 | 0.912 | 0.051 | 5.772 | 14.700 | -3.355 |
| 105 | 0.456 | 0.932 | 0.874 | 0.884 | 0.867 | 0.900 | 0.058 | 6.673 | 28.591 | -4.553 |
| 110 | 0.760 | 0.920 | 0.863 | 0.869 | 0.844 | 0.885 | 0.029 | 3.395 | 3.171 | -0.442 |
| 113 | 0.686 | 0.910 | 0.839 | 0.851 | 0.820 | 0.871 | 0.045 | 5.346 | 3.807 | -1.047 |
| 118 | 0.725 | 0.895 | 0.814 | 0.819 | 0.793 | 0.839 | 0.036 | 4.423 | 2.549 | -0.275 |
| 120 | 0.595 | 0.805 | 0.715 | 0.719 | 0.688 | 0.739 | 0.040 | 5.608 | 3.046 | -0.396 |
| 124 | 0.663 | 0.841 | 0.759 | 0.760 | 0.739 | 0.782 | 0.035 | 4.677 | 2.940 | -0.280 |
| 131 | 0.670 | 0.886 | 0.799 | 0.803 | 0.774 | 0.830 | 0.042 | 5.319 | 3.305 | -0.492 |
| 134 | 0.624 | 0.818 | 0.731 | 0.733 | 0.705 | 0.764 | 0.044 | 6.046 | 2.664 | -0.338 |
| 138 | 0.582 | 0.838 | 0.747 | 0.752 | 0.719 | 0.778 | 0.049 | 6.531 | 4.189 | -0.901 |
| 141 | 0.573 | 0.830 | 0.747 | 0.754 | 0.724 | 0.779 | 0.046 | 6.135 | 5.153 | -1.178 |
| 146 | 0.516 | 0.837 | 0.696 | 0.689 | 0.668 | 0.738 | 0.057 | 8.190 | 3.443 | -0.246 |
| 154 | 0.482 | 0.753 | 0.602 | 0.603 | 0.562 | 0.629 | 0.053 | 8.816 | 3.060 | 0.337 |
| 160 | 0.464 | 0.802 | 0.655 | 0.657 | 0.618 | 0.709 | 0.069 | 10.584 | 3.128 | -0.520 |
| 167 | 0.513 | 0.798 | 0.684 | 0.686 | 0.646 | 0.726 | 0.060 | 8.757 | 2.649 | -0.235 |
| 172 | 0.543 | 0.748 | 0.656 | 0.660 | 0.631 | 0.686 | 0.046 | 6.975 | 2.848 | -0.407 |
| 179 | 0.333 | 0.705 | 0.533 | 0.546 | 0.480 | 0.600 | 0.088 | 16.445 | 2.313 | -0.362 |
| 188 | 0.232 | 0.442 | 0.301 | 0.299 | 0.274 | 0.320 | 0.037 | 12.397 | 4.570 | 0.921 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 4 Estatística descritiva da cultivar CD 26030RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | 0.181 | 0.279 | 0.217 | 0.216 | 0.201 | 0.231 | 0.021 | 9.528 | 2.830 | 0.428 |
| 20 | 0.196 | 0.283 | 0.236 | 0.235 | 0.224 | 0.250 | 0.020 | 8.323 | 2.473 | 0.094 |
| 27 | 0.215 | 0.389 | 0.297 | 0.299 | 0.272 | 0.321 | 0.034 | 11.528 | 2.635 | -0.126 |
| 34 | 0.214 | 0.429 | 0.324 | 0.321 | 0.299 | 0.349 | 0.038 | 11.716 | 3.125 | 0.202 |
| 42 | 0.251 | 0.491 | 0.344 | 0.336 | 0.316 | 0.373 | 0.043 | 12.342 | 3.454 | 0.601 |
| 56 | 0.289 | 0.715 | 0.446 | 0.437 | 0.380 | 0.496 | 0.094 | 21.023 | 3.727 | 0.829 |
| 70 | 0.320 | 0.799 | 0.516 | 0.500 | 0.447 | 0.573 | 0.096 | 18.561 | 3.033 | 0.499 |
| 77 | 0.316 | 0.782 | 0.527 | 0.500 | 0.443 | 0.597 | 0.108 | 20.568 | 2.500 | 0.532 |
| 84 | 0.315 | 0.773 | 0.527 | 0.498 | 0.425 | 0.632 | 0.125 | 23.667 | 1.993 | 0.487 |
| 91 | 0.470 | 0.924 | 0.764 | 0.803 | 0.684 | 0.866 | 0.120 | 15.757 | 2.653 | -0.705 |
| 98 | 0.457 | 0.915 | 0.775 | 0.816 | 0.700 | 0.860 | 0.110 | 14.148 | 2.732 | -0.829 |
| 105 | 0.533 | 0.932 | 0.820 | 0.859 | 0.775 | 0.887 | 0.095 | 11.535 | 3.520 | -1.243 |
| 110 | 0.613 | 0.918 | 0.840 | 0.853 | 0.814 | 0.877 | 0.052 | 6.224 | 6.247 | -1.547 |
| 118 | 0.556 | 0.891 | 0.786 | 0.813 | 0.752 | 0.841 | 0.079 | 10.003 | 3.673 | -1.214 |
| 120 | 0.371 | 0.794 | 0.664 | 0.689 | 0.626 | 0.734 | 0.093 | 14.040 | 4.288 | -1.270 |
| 124 | 0.528 | 0.865 | 0.755 | 0.775 | 0.720 | 0.806 | 0.071 | 9.383 | 4.121 | -1.157 |
| 127 | 0.530 | 0.843 | 0.755 | 0.766 | 0.737 | 0.787 | 0.053 | 7.013 | 6.649 | -1.623 |
| 131 | 0.734 | 0.901 | 0.831 | 0.835 | 0.817 | 0.853 | 0.031 | 3.759 | 3.450 | -0.708 |
| 134 | 0.544 | 0.826 | 0.733 | 0.745 | 0.707 | 0.766 | 0.055 | 7.489 | 3.792 | -0.907 |
| 138 | 0.673 | 0.865 | 0.780 | 0.778 | 0.750 | 0.814 | 0.046 | 5.836 | 2.373 | -0.306 |
| 141 | 0.633 | 0.867 | 0.790 | 0.797 | 0.757 | 0.830 | 0.049 | 6.146 | 3.005 | -0.548 |
| 146 | 0.559 | 0.795 | 0.689 | 0.693 | 0.651 | 0.732 | 0.057 | 8.297 | 2.422 | -0.319 |
| 154 | 0.471 | 0.742 | 0.601 | 0.598 | 0.540 | 0.660 | 0.075 | 12.426 | 1.915 | 0.141 |
| 160 | 0.475 | 0.835 | 0.655 | 0.646 | 0.603 | 0.697 | 0.073 | 11.175 | 2.763 | 0.387 |
| 167 | 0.557 | 0.816 | 0.700 | 0.694 | 0.647 | 0.761 | 0.067 | 9.573 | 1.942 | -0.031 |
| 172 | 0.552 | 0.814 | 0.663 | 0.665 | 0.615 | 0.707 | 0.056 | 8.503 | 2.170 | 0.084 |
| 179 | 0.414 | 0.799 | 0.584 | 0.588 | 0.515 | 0.635 | 0.091 | 15.614 | 2.619 | 0.242 |
| 188 | 0.208 | 0.356 | 0.266 | 0.261 | 0.245 | 0.286 | 0.031 | 11.465 | 2.980 | 0.526 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 5 Estatística descritiva da cultivar CD 231RR_N

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | 0.181 | 0.275 | 0.221 | 0.221 | 0.208 | 0.233 | 0.019 | 8.370 | 2.973 | 0.377 |
| 20 | 0.199 | 0.320 | 0.253 | 0.253 | 0.233 | 0.271 | 0.026 | 10.329 | 2.426 | 0.142 |
| 27 | 0.236 | 0.412 | 0.327 | 0.330 | 0.302 | 0.351 | 0.041 | 12.500 | 2.561 | -0.180 |
| 34 | 0.233 | 0.476 | 0.348 | 0.339 | 0.317 | 0.379 | 0.048 | 13.674 | 2.931 | 0.468 |
| 42 | 0.241 | 0.470 | 0.334 | 0.329 | 0.297 | 0.367 | 0.053 | 16.008 | 2.582 | 0.376 |
| 56 | 0.210 | 0.657 | 0.396 | 0.396 | 0.331 | 0.470 | 0.109 | 27.624 | 2.287 | 0.127 |
| 63 | 0.320 | 0.831 | 0.550 | 0.538 | 0.445 | 0.621 | 0.130 | 23.652 | 2.435 | 0.533 |
| 70 | 0.208 | 0.807 | 0.563 | 0.572 | 0.502 | 0.677 | 0.147 | 26.154 | 3.067 | -0.653 |
| 77 | 0.199 | 0.794 | 0.515 | 0.513 | 0.451 | 0.627 | 0.149 | 28.906 | 2.567 | -0.201 |
| 84 | 0.263 | 0.817 | 0.612 | 0.631 | 0.548 | 0.718 | 0.125 | 20.395 | 3.255 | -0.749 |
| 91 | 0.267 | 0.904 | 0.693 | 0.734 | 0.645 | 0.803 | 0.174 | 25.066 | 3.295 | -1.109 |
| 98 | 0.599 | 0.907 | 0.800 | 0.822 | 0.762 | 0.850 | 0.071 | 8.834 | 3.274 | -0.987 |
| 105 | 0.310 | 0.911 | 0.797 | 0.823 | 0.762 | 0.873 | 0.108 | 13.533 | 8.063 | -2.028 |
| 110 | 0.679 | 0.920 | 0.823 | 0.839 | 0.780 | 0.865 | 0.057 | 6.895 | 2.406 | -0.599 |
| 113 | 0.519 | 0.917 | 0.797 | 0.833 | 0.776 | 0.859 | 0.094 | 11.767 | 3.841 | -1.348 |
| 118 | 0.427 | 0.872 | 0.745 | 0.784 | 0.709 | 0.819 | 0.107 | 14.333 | 3.848 | -1.369 |
| 120 | 0.212 | 0.815 | 0.598 | 0.628 | 0.524 | 0.706 | 0.141 | 23.542 | 3.120 | -0.814 |
| 124 | 0.660 | 0.866 | 0.787 | 0.791 | 0.764 | 0.816 | 0.040 | 5.127 | 3.094 | -0.571 |
| 127 | 0.698 | 0.883 | 0.809 | 0.815 | 0.776 | 0.845 | 0.044 | 5.413 | 2.344 | -0.515 |
| 131 | 0.646 | 0.907 | 0.841 | 0.852 | 0.826 | 0.869 | 0.043 | 5.143 | 7.192 | -1.867 |
| 134 | 0.603 | 0.878 | 0.795 | 0.807 | 0.770 | 0.835 | 0.056 | 6.996 | 4.628 | -1.242 |
| 138 | 0.725 | 0.892 | 0.833 | 0.840 | 0.811 | 0.863 | 0.038 | 4.561 | 2.956 | -0.717 |
| 141 | 0.769 | 0.910 | 0.863 | 0.868 | 0.847 | 0.881 | 0.025 | 2.922 | 4.849 | -1.105 |
| 146 | 0.652 | 0.883 | 0.789 | 0.799 | 0.749 | 0.828 | 0.053 | 6.750 | 2.559 | -0.513 |
| 154 | 0.547 | 0.792 | 0.702 | 0.705 | 0.662 | 0.740 | 0.050 | 7.079 | 2.776 | -0.404 |
| 160 | 0.630 | 0.876 | 0.799 | 0.803 | 0.776 | 0.831 | 0.046 | 5.769 | 4.387 | -1.010 |
| 167 | 0.705 | 0.860 | 0.806 | 0.809 | 0.789 | 0.829 | 0.030 | 3.703 | 2.989 | -0.486 |
| 172 | 0.653 | 0.852 | 0.781 | 0.787 | 0.751 | 0.812 | 0.042 | 5.405 | 2.775 | -0.485 |
| 179 | 0.671 | 0.873 | 0.760 | 0.759 | 0.736 | 0.782 | 0.038 | 5.066 | 3.120 | 0.352 |
| 188 | 0.235 | 0.495 | 0.387 | 0.385 | 0.352 | 0.432 | 0.055 | 14.173 | 2.498 | -0.175 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 6 Estatística descritiva da cultivar CD 2737RR_ CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 20 | 0.205 | 0.303 | 0.254 | 0.255 | 0.240 | 0.269 | 0.021 | 8.460 | 2.539 | -0.125 |
| 27 | 0.232 | 0.410 | 0.323 | 0.319 | 0.301 | 0.349 | 0.037 | 11.534 | 2.698 | -0.015 |
| 34 | 0.241 | 0.457 | 0.347 | 0.347 | 0.317 | 0.381 | 0.046 | 13.379 | 2.507 | -0.178 |
| 42 | 0.255 | 0.497 | 0.351 | 0.351 | 0.316 | 0.385 | 0.048 | 13.811 | 2.988 | 0.321 |
| 56 | 0.320 | 0.603 | 0.461 | 0.456 | 0.414 | 0.502 | 0.064 | 13.872 | 2.422 | 0.164 |
| 63 | 0.206 | 0.678 | 0.380 | 0.329 | 0.285 | 0.466 | 0.127 | 33.373 | 2.788 | 1.030 |
| 70 | 0.335 | 0.760 | 0.553 | 0.551 | 0.471 | 0.642 | 0.104 | 18.741 | 2.116 | -0.100 |
| 77 | 0.355 | 0.727 | 0.580 | 0.602 | 0.528 | 0.644 | 0.088 | 15.176 | 2.913 | -0.741 |
| 84 | 0.356 | 0.719 | 0.540 | 0.546 | 0.469 | 0.609 | 0.087 | 16.075 | 2.192 | -0.078 |
| 91 | 0.612 | 0.922 | 0.804 | 0.818 | 0.756 | 0.869 | 0.079 | 9.763 | 2.425 | -0.520 |
| 98 | 0.452 | 0.917 | 0.771 | 0.801 | 0.725 | 0.839 | 0.105 | 13.637 | 3.523 | -1.041 |
| 105 | 0.532 | 0.921 | 0.819 | 0.843 | 0.797 | 0.881 | 0.085 | 10.357 | 4.230 | -1.335 |
| 110 | 0.515 | 0.918 | 0.795 | 0.817 | 0.762 | 0.867 | 0.092 | 11.561 | 3.767 | -1.178 |
| 113 | 0.198 | 0.857 | 0.551 | 0.536 | 0.444 | 0.713 | 0.179 | 32.496 | 2.177 | -0.076 |
| 118 | 0.367 | 0.886 | 0.692 | 0.702 | 0.650 | 0.778 | 0.109 | 15.799 | 3.597 | -0.805 |
| 120 | 0.150 | 0.683 | 0.379 | 0.311 | 0.243 | 0.496 | 0.153 | 40.507 | 1.826 | 0.459 |
| 124 | 0.352 | 0.812 | 0.619 | 0.633 | 0.550 | 0.692 | 0.101 | 16.389 | 2.709 | -0.366 |
| 127 | 0.420 | 0.831 | 0.627 | 0.623 | 0.553 | 0.703 | 0.093 | 14.884 | 2.212 | 0.110 |
| 131 | 0.484 | 0.821 | 0.653 | 0.650 | 0.609 | 0.705 | 0.074 | 11.260 | 2.556 | -0.059 |
| 134 | 0.377 | 0.795 | 0.574 | 0.575 | 0.508 | 0.625 | 0.080 | 13.885 | 2.917 | 0.175 |
| 138 | 0.350 | 0.705 | 0.535 | 0.546 | 0.470 | 0.602 | 0.085 | 15.879 | 2.112 | -0.129 |
| 141 | 0.385 | 0.790 | 0.599 | 0.601 | 0.545 | 0.659 | 0.086 | 14.380 | 2.540 | -0.176 |
| 146 | 0.315 | 0.729 | 0.554 | 0.560 | 0.500 | 0.609 | 0.080 | 14.351 | 3.498 | -0.525 |
| 154 | 0.195 | 0.735 | 0.500 | 0.506 | 0.442 | 0.576 | 0.101 | 20.090 | 3.267 | -0.507 |
| 160 | 0.292 | 0.762 | 0.547 | 0.552 | 0.494 | 0.600 | 0.086 | 15.786 | 3.104 | -0.163 |
| 167 | 0.276 | 0.717 | 0.541 | 0.562 | 0.454 | 0.637 | 0.119 | 21.951 | 2.216 | -0.506 |
| 172 | 0.345 | 0.748 | 0.585 | 0.598 | 0.508 | 0.669 | 0.095 | 16.168 | 2.348 | -0.333 |
| 179 | 0.233 | 0.756 | 0.572 | 0.597 | 0.488 | 0.675 | 0.124 | 21.628 | 2.586 | -0.629 |
| 188 | 0.170 | 0.558 | 0.357 | 0.333 | 0.283 | 0.438 | 0.095 | 26.533 | 2.135 | 0.494 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 7 Estatística descritiva da cultivar CD 202RR_ CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | 0.180 | 0.264 | 0.212 | 0.212 | 0.200 | 0.222 | 0.016 | 7.694 | 3.639 | 0.512 |
| 20 | 0.192 | 0.274 | 0.229 | 0.227 | 0.217 | 0.241 | 0.017 | 7.265 | 2.536 | 0.221 |
| 27 | 0.212 | 0.363 | 0.281 | 0.277 | 0.259 | 0.305 | 0.034 | 12.073 | 2.444 | 0.162 |
| 34 | 0.217 | 0.471 | 0.334 | 0.338 | 0.299 | 0.364 | 0.048 | 14.350 | 2.617 | -0.127 |
| 42 | 0.190 | 0.457 | 0.294 | 0.289 | 0.262 | 0.314 | 0.050 | 16.911 | 3.591 | 0.654 |
| 56 | 0.236 | 0.613 | 0.400 | 0.392 | 0.320 | 0.497 | 0.101 | 25.396 | 2.049 | 0.232 |
| 63 | 0.356 | 0.747 | 0.542 | 0.529 | 0.484 | 0.593 | 0.093 | 17.094 | 2.546 | 0.356 |
| 70 | 0.225 | 0.770 | 0.559 | 0.578 | 0.452 | 0.704 | 0.155 | 27.637 | 2.079 | -0.526 |
| 77 | 0.247 | 0.841 | 0.582 | 0.620 | 0.483 | 0.695 | 0.160 | 27.565 | 2.265 | -0.447 |
| 84 | 0.228 | 0.850 | 0.577 | 0.631 | 0.443 | 0.714 | 0.167 | 28.943 | 1.957 | -0.404 |
| 91 | 0.399 | 0.935 | 0.773 | 0.788 | 0.733 | 0.843 | 0.112 | 14.538 | 4.893 | -1.301 |
| 98 | 0.380 | 0.944 | 0.714 | 0.700 | 0.645 | 0.815 | 0.119 | 16.650 | 3.073 | -0.289 |
| 105 | 0.653 | 0.941 | 0.805 | 0.800 | 0.746 | 0.870 | 0.073 | 9.093 | 1.904 | 0.062 |
| 110 | 0.581 | 0.854 | 0.741 | 0.749 | 0.688 | 0.805 | 0.067 | 8.978 | 2.063 | -0.344 |
| 113 | 0.559 | 0.834 | 0.723 | 0.729 | 0.689 | 0.755 | 0.057 | 7.866 | 3.264 | -0.452 |
| 118 | 0.229 | 0.682 | 0.461 | 0.464 | 0.400 | 0.519 | 0.099 | 21.565 | 2.690 | -0.060 |
| 120 | 0.200 | 0.643 | 0.397 | 0.385 | 0.340 | 0.439 | 0.088 | 22.196 | 3.070 | 0.571 |
| 124 | 0.247 | 0.711 | 0.419 | 0.408 | 0.368 | 0.450 | 0.089 | 21.153 | 5.107 | 1.235 |
| 127 | 0.212 | 0.633 | 0.425 | 0.414 | 0.369 | 0.466 | 0.078 | 18.303 | 3.042 | 0.480 |
| 131 | 0.265 | 0.707 | 0.445 | 0.431 | 0.375 | 0.496 | 0.093 | 21.005 | 3.042 | 0.666 |
| 134 | 0.257 | 0.664 | 0.430 | 0.420 | 0.369 | 0.477 | 0.087 | 20.195 | 3.321 | 0.750 |
| 138 | 0.268 | 0.666 | 0.450 | 0.422 | 0.381 | 0.523 | 0.093 | 20.673 | 2.502 | 0.594 |
| 141 | 0.286 | 0.790 | 0.517 | 0.488 | 0.421 | 0.615 | 0.122 | 23.619 | 2.219 | 0.437 |
| 146 | 0.197 | 0.783 | 0.414 | 0.387 | 0.326 | 0.463 | 0.132 | 31.770 | 3.258 | 0.953 |
| 154 | 0.181 | 0.709 | 0.388 | 0.373 | 0.293 | 0.456 | 0.117 | 30.296 | 3.001 | 0.719 |
| 160 | 0.241 | 0.733 | 0.435 | 0.418 | 0.355 | 0.505 | 0.101 | 23.335 | 3.094 | 0.580 |
| 167 | 0.182 | 0.532 | 0.344 | 0.335 | 0.276 | 0.406 | 0.081 | 23.645 | 2.255 | 0.301 |
| 172 | 0.229 | 0.512 | 0.354 | 0.357 | 0.312 | 0.396 | 0.058 | 16.278 | 2.345 | -0.054 |
| 179 | 0.209 | 0.549 | 0.399 | 0.405 | 0.346 | 0.453 | 0.077 | 19.201 | 2.440 | -0.296 |
| 188 | 0.189 | 0.437 | 0.271 | 0.264 | 0.239 | 0.291 | 0.047 | 17.525 | 4.227 | 1.045 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 8 Estatística descritiva da cultivar CD 2585RR_ CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | 0.167 | 0.269 | 0.222 | 0.222 | 0.210 | 0.236 | 0.020 | 9.114 | 3.092 | -0.257 |
| 20 | 0.174 | 0.327 | 0.261 | 0.261 | 0.250 | 0.273 | 0.024 | 9.050 | 5.525 | -0.640 |
| 27 | 0.215 | 0.475 | 0.343 | 0.349 | 0.322 | 0.367 | 0.041 | 11.892 | 4.393 | -0.341 |
| 34 | 0.264 | 0.455 | 0.371 | 0.373 | 0.345 | 0.397 | 0.039 | 10.400 | 2.939 | -0.308 |
| 42 | 0.282 | 0.514 | 0.389 | 0.382 | 0.357 | 0.423 | 0.043 | 11.058 | 2.787 | 0.348 |
| 56 | 0.354 | 0.686 | 0.522 | 0.527 | 0.459 | 0.592 | 0.087 | 16.585 | 2.006 | 0.022 |
| 63 | 0.462 | 0.822 | 0.662 | 0.661 | 0.613 | 0.731 | 0.092 | 13.857 | 2.352 | -0.304 |
| 70 | 0.480 | 0.873 | 0.696 | 0.697 | 0.616 | 0.776 | 0.096 | 13.832 | 2.052 | -0.108 |
| 77 | 0.526 | 0.887 | 0.736 | 0.746 | 0.695 | 0.784 | 0.070 | 9.487 | 2.798 | -0.436 |
| 84 | 0.608 | 0.893 | 0.768 | 0.763 | 0.717 | 0.842 | 0.077 | 10.037 | 1.899 | -0.165 |
| 91 | 0.748 | 0.945 | 0.879 | 0.884 | 0.856 | 0.914 | 0.043 | 4.912 | 3.184 | -0.659 |
| 98 | 0.759 | 0.942 | 0.869 | 0.877 | 0.837 | 0.903 | 0.042 | 4.883 | 2.396 | -0.545 |
| 105 | 0.831 | 0.942 | 0.888 | 0.888 | 0.869 | 0.910 | 0.025 | 2.840 | 2.069 | -0.029 |
| 110 | 0.787 | 0.902 | 0.860 | 0.864 | 0.842 | 0.882 | 0.026 | 2.983 | 2.715 | -0.532 |
| 113 | 0.737 | 0.877 | 0.810 | 0.812 | 0.780 | 0.840 | 0.037 | 4.526 | 2.102 | -0.060 |
| 118 | 0.496 | 0.801 | 0.659 | 0.670 | 0.605 | 0.712 | 0.073 | 11.110 | 2.309 | -0.400 |
| 120 | 0.372 | 0.674 | 0.505 | 0.506 | 0.457 | 0.543 | 0.064 | 12.724 | 2.539 | 0.258 |
| 124 | 0.384 | 0.756 | 0.578 | 0.572 | 0.533 | 0.639 | 0.076 | 13.229 | 2.708 | -0.113 |
| 127 | 0.388 | 0.695 | 0.556 | 0.564 | 0.509 | 0.610 | 0.071 | 12.829 | 2.212 | -0.247 |
| 131 | 0.368 | 0.672 | 0.526 | 0.530 | 0.469 | 0.582 | 0.068 | 13.004 | 2.217 | -0.148 |
| 134 | 0.310 | 0.602 | 0.490 | 0.497 | 0.461 | 0.533 | 0.062 | 12.747 | 3.081 | -0.648 |
| 138 | 0.393 | 0.711 | 0.542 | 0.544 | 0.489 | 0.591 | 0.063 | 11.676 | 2.485 | -0.148 |
| 141 | 0.435 | 0.696 | 0.593 | 0.602 | 0.556 | 0.636 | 0.059 | 9.881 | 2.531 | -0.547 |
| 146 | 0.241 | 0.644 | 0.436 | 0.418 | 0.372 | 0.506 | 0.095 | 21.883 | 2.470 | 0.278 |
| 154 | 0.238 | 0.612 | 0.422 | 0.408 | 0.364 | 0.485 | 0.081 | 19.098 | 2.458 | 0.345 |
| 160 | 0.250 | 0.632 | 0.478 | 0.485 | 0.432 | 0.531 | 0.085 | 17.749 | 2.847 | -0.460 |
| 167 | 0.210 | 0.474 | 0.323 | 0.313 | 0.288 | 0.353 | 0.051 | 15.865 | 3.267 | 0.687 |
| 172 | 0.197 | 0.461 | 0.316 | 0.307 | 0.286 | 0.343 | 0.049 | 15.616 | 3.713 | 0.654 |
| 179 | 0.228 | 0.534 | 0.348 | 0.340 | 0.308 | 0.384 | 0.062 | 17.747 | 3.480 | 0.551 |
| 188 | 0.224 | 0.517 | 0.340 | 0.325 | 0.290 | 0.385 | 0.066 | 19.529 | 2.431 | 0.516 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

Tabela 9 Estatística descritiva da cultivar CD 2630RR_CEH

| Data | Min | Max | Media | Mediana | 1º Quartil | 3º Quartil | SD | CV | K | AS |
|------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 13 | 0.178 | 0.311 | 0.227 | 0.225 | 0.214 | 0.238 | 0.021 | 9.149 | 5.598 | 1.056 |
| 20 | 0.186 | 0.310 | 0.252 | 0.253 | 0.237 | 0.272 | 0.024 | 9.689 | 2.698 | -0.226 |
| 27 | 0.226 | 0.403 | 0.336 | 0.343 | 0.310 | 0.366 | 0.037 | 10.922 | 2.592 | -0.428 |
| 34 | 0.290 | 0.495 | 0.400 | 0.400 | 0.369 | 0.431 | 0.043 | 10.880 | 2.531 | -0.112 |
| 42 | 0.270 | 0.570 | 0.429 | 0.420 | 0.381 | 0.483 | 0.071 | 16.473 | 2.391 | 0.093 |
| 56 | 0.493 | 0.795 | 0.646 | 0.640 | 0.575 | 0.733 | 0.085 | 13.146 | 1.729 | 0.094 |
| 63 | 0.667 | 0.914 | 0.797 | 0.800 | 0.754 | 0.844 | 0.058 | 7.232 | 2.147 | -0.153 |
| 70 | 0.768 | 0.890 | 0.834 | 0.831 | 0.808 | 0.861 | 0.031 | 3.717 | 1.860 | -0.048 |
| 77 | 0.694 | 0.920 | 0.843 | 0.849 | 0.827 | 0.869 | 0.037 | 4.402 | 4.587 | -0.940 |
| 84 | 0.748 | 0.902 | 0.853 | 0.855 | 0.840 | 0.869 | 0.025 | 2.916 | 5.209 | -0.979 |
| 91 | 0.885 | 0.951 | 0.920 | 0.921 | 0.910 | 0.931 | 0.015 | 1.583 | 2.444 | -0.040 |
| 98 | 0.865 | 0.947 | 0.910 | 0.911 | 0.902 | 0.920 | 0.016 | 1.756 | 3.134 | -0.266 |
| 105 | 0.832 | 0.950 | 0.911 | 0.911 | 0.898 | 0.926 | 0.019 | 2.135 | 4.091 | -0.598 |
| 110 | 0.775 | 0.932 | 0.875 | 0.878 | 0.857 | 0.897 | 0.028 | 3.218 | 3.719 | -0.664 |
| 113 | 0.693 | 0.879 | 0.808 | 0.814 | 0.785 | 0.835 | 0.037 | 4.539 | 2.696 | -0.536 |
| 118 | 0.470 | 0.685 | 0.584 | 0.588 | 0.548 | 0.620 | 0.048 | 8.176 | 2.537 | -0.298 |
| 120 | 0.437 | 0.672 | 0.544 | 0.550 | 0.504 | 0.584 | 0.054 | 9.877 | 2.312 | -0.171 |
| 124 | 0.538 | 0.810 | 0.678 | 0.677 | 0.642 | 0.719 | 0.056 | 8.225 | 2.504 | -0.168 |
| 127 | 0.552 | 0.822 | 0.692 | 0.695 | 0.659 | 0.730 | 0.052 | 7.544 | 2.980 | -0.131 |
| 131 | 0.532 | 0.806 | 0.697 | 0.699 | 0.666 | 0.745 | 0.059 | 8.472 | 2.974 | -0.547 |
| 134 | 0.474 | 0.766 | 0.644 | 0.652 | 0.605 | 0.688 | 0.062 | 9.699 | 2.741 | -0.482 |
| 138 | 0.590 | 0.829 | 0.727 | 0.735 | 0.681 | 0.769 | 0.057 | 7.873 | 2.287 | -0.308 |
| 141 | 0.534 | 0.875 | 0.734 | 0.743 | 0.710 | 0.767 | 0.052 | 7.118 | 6.131 | -1.188 |
| 146 | 0.492 | 0.785 | 0.682 | 0.695 | 0.656 | 0.729 | 0.066 | 9.672 | 3.595 | -1.001 |
| 154 | 0.375 | 0.700 | 0.560 | 0.572 | 0.519 | 0.607 | 0.068 | 12.053 | 2.826 | -0.556 |
| 160 | 0.378 | 0.737 | 0.571 | 0.568 | 0.530 | 0.622 | 0.062 | 10.834 | 2.859 | -0.073 |
| 167 | 0.265 | 0.598 | 0.455 | 0.458 | 0.418 | 0.499 | 0.070 | 15.410 | 2.854 | -0.205 |
| 172 | 0.211 | 0.538 | 0.398 | 0.407 | 0.344 | 0.445 | 0.067 | 16.693 | 2.403 | -0.125 |
| 179 | 0.242 | 0.508 | 0.358 | 0.355 | 0.308 | 0.408 | 0.064 | 18.013 | 2.130 | 0.111 |
| 188 | 0.160 | 0.372 | 0.282 | 0.290 | 0.248 | 0.314 | 0.042 | 14.950 | 2.758 | -0.443 |

Notas: Min: Mínimo; Max: Máximo; SD: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; K: Curtose; AS: Coeficiente de assimetria.

APÊNDICE C – TABELAS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA E ANÁLISE DE RESÍDUOS DOS MODELOS DE REGRESSÃO LINEARES.

Tabela 1 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 2585RR_N

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|---------|
| NDVI | 1 | 10.4973 | 10.4973 | 24.6752 | 0.0003 |
| Resíduos | 13 | 5.5304 | 0.4254 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 2 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 2585RR_N

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|---------|-------------------------|--------|--------|
| -0.8657 | -0.3098 | -0.0503 | 2.013.10 ⁻¹⁷ | 0.1381 | 1.5880 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 3 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 2585RR_N

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|---------|
| Intercepto | -2.6475 | 0.8946 | -2.9593 | 0.0111 |
| NDVI | 6.0614 | 1.2202 | 4.9674 | 0.0003 |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 4 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 2585RR_N

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0.6522 | 13 | 0.6549 | 0.6284 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 5 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 2585RR_N

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|-------|--------|----------------|---------|--------|---------------|----------|
| 1.007 | 0.6459 | 1.2677 | 0.8547 | 1.6807 | 0.1912 | -0.2611 |
| 1.980 | 0.7967 | 2.1817 | 1.7655 | 2.5978 | 0.1926 | -0.2017 |
| 2.003 | 0.8434 | 2.4648 | 1.9768 | 2.9527 | 0.2259 | -0.4614 |
| 2.683 | 0.8529 | 2.5224 | 2.0174 | 3.0274 | 0.2338 | 0.1609 |
| 4.520 | 0.9204 | 2.9317 | 2.2903 | 3.5731 | 0.2969 | 1.5883 |
| 2.533 | 0.9101 | 2.8688 | 2.2497 | 3.4879 | 0.2866 | -0.3355 |
| 2.787 | 0.8775 | 2.6714 | 2.1195 | 3.2233 | 0.2555 | 0.1153 |
| 1.720 | 0.5845 | 0.8952 | 0.3852 | 1.4052 | 0.2361 | 0.8248 |
| 1.410 | 0.6777 | 1.4603 | 1.0797 | 1.8409 | 0.1762 | -0.0503 |
| 0.713 | 0.6973 | 1.5790 | 1.2102 | 1.9477 | 0.1707 | -0.8657 |
| 0.967 | 0.7270 | 1.7594 | 1.3951 | 2.1236 | 0.1686 | -0.7927 |
| 1.200 | 0.6816 | 1.4842 | 1.1065 | 1.8619 | 0.1748 | -0.2842 |
| 0.727 | 0.5602 | 0.7479 | 0.1910 | 1.3047 | 0.2577 | -0.0212 |
| 0.773 | 0.5711 | 0.8141 | 0.2787 | 1.3494 | 0.2478 | -0.0407 |
| 0.733 | 0.4546 | 0.1083 | -0.6804 | 0.8969 | 0.3650 | 0.6251 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 6 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 2737RR_N

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|--------------------------|
| NDVI | 1 | 11,0792 | 11,0792 | 80,3116 | 6,3193.10 ⁻⁰⁷ |
| Resíduos | 13 | 1,7934 | 0,1380 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 7 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 2737RR_N.

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|---------|--------------------------|--------|--------|
| -0,5821 | -0,2057 | -0,0199 | -1,585.10 ⁻¹⁷ | 0,0948 | 0,6994 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 8 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 2737RR_N

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|-------------------------|
| Intercepto | -5,4728 | 0,8845 | -6,1871 | 3,286.10 ⁻⁰⁵ |
| NDVI | 9,6304 | 1,0746 | 8,9617 | 6,319.10 ⁻⁰⁷ |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 9 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 2737RR_N

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0,3714 | 13 | 0,8607 | 0,8500 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 10 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 2737RR_N

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|--------|--------|----------------|---------|--------|---------------|----------|
| 0.8067 | 0.5794 | 0.1072 | -0.4847 | 0.6992 | 0.2740 | 0.6994 |
| 1.0833 | 0.7290 | 1.5477 | 1.2546 | 1.8407 | 0.1357 | -0.4643 |
| 2.0500 | 0.7832 | 2.0699 | 1.8473 | 2.2925 | 0.1030 | -0.0199 |
| 2.0800 | 0.8173 | 2.3986 | 2.1914 | 2.6057 | 0.0959 | -0.3186 |
| 3.3600 | 0.9074 | 3.2662 | 2.9734 | 3.5591 | 0.1356 | 0.0938 |
| 3.4500 | 0.9166 | 3.3541 | 3.0459 | 3.6623 | 0.1427 | 0.0959 |
| 3.7900 | 0.9130 | 3.3198 | 3.0177 | 3.6219 | 0.1399 | 0.4702 |
| 3.8267 | 0.9094 | 3.2852 | 2.9891 | 3.5814 | 0.1371 | 0.5414 |
| 2.9467 | 0.8732 | 2.9368 | 2.6935 | 3.1802 | 0.1126 | 0.0098 |
| 2.7900 | 0.8742 | 2.9465 | 2.7020 | 3.1911 | 0.1132 | -0.1565 |
| 2.5267 | 0.8571 | 2.7816 | 2.5557 | 3.0076 | 0.1046 | -0.2550 |
| 2.5700 | 0.8287 | 2.5082 | 2.2996 | 2.7168 | 0.0966 | 0.0618 |
| 1.6267 | 0.7403 | 1.6565 | 1.3813 | 1.9316 | 0.1274 | -0.0298 |
| 1.7067 | 0.7607 | 1.8529 | 1.6063 | 2.0995 | 0.1141 | -0.1462 |
| 1.5000 | 0.7845 | 2.0821 | 1.8605 | 2.3036 | 0.1025 | -0.5821 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 11 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 202RR_N

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|--------------------------|
| NDVI | 1 | 5,2988 | 5,2988 | 33,1694 | 6,6069.10 ⁻⁰⁵ |
| Resíduos | 13 | 2,0768 | 0,1598 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 12 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 202RR_N

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|--------|---------------------------|--------|--------|
| -0,4721 | -0,3853 | 0,0359 | -8,3270.10 ⁻¹⁸ | 0,4015 | 0,5103 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 13 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 202RR_N

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|--------------------------|
| Intercepto | -2,1940 | 0,6852 | -3,2018 | 0,0069 |
| NDVI | 5,3196 | 0,9237 | 5,7593 | 6,6069.10 ⁻⁰⁵ |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 14 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 202RR_N

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0,3997 | 13 | 0,7184 | 0,6968 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 15 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 202RR_N

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|--------|--------|----------------|---------|--------|---------------|----------|
| 0.7733 | 0.4773 | 0.3448 | -0.2128 | 0.9025 | 0.2581 | 0.4285 |
| 0.8800 | 0.6510 | 1.2693 | 0.9923 | 1.5463 | 0.1282 | -0.3893 |
| 1.9967 | 0.7000 | 1.5297 | 1.2970 | 1.7624 | 0.1077 | 0.4669 |
| 1.8733 | 0.7488 | 1.7892 | 1.5642 | 2.0143 | 0.1042 | 0.0841 |
| 2.2433 | 0.9135 | 2.6652 | 2.2424 | 3.0880 | 0.1957 | -0.4219 |
| 3.0067 | 0.8874 | 2.5264 | 2.1469 | 2.9060 | 0.1757 | 0.4802 |
| 2.8033 | 0.8690 | 2.4287 | 2.0782 | 2.7793 | 0.1623 | 0.3746 |
| 2.6467 | 0.8140 | 2.1364 | 1.8614 | 2.4113 | 0.1273 | 0.5103 |
| 1.9667 | 0.7589 | 1.8430 | 1.6144 | 2.0717 | 0.1058 | 0.1236 |
| 1.5833 | 0.7988 | 2.0554 | 1.7971 | 2.3138 | 0.1196 | -0.4721 |
| 1.3967 | 0.7467 | 1.7781 | 1.5536 | 2.0026 | 0.1039 | -0.3814 |
| 1.1927 | 0.6956 | 1.5063 | 1.2709 | 1.7417 | 0.1090 | -0.3136 |
| 1.0433 | 0.6018 | 1.0074 | 0.6629 | 1.3519 | 0.1595 | 0.0359 |
| 1.2333 | 0.6548 | 1.2895 | 1.0169 | 1.5620 | 0.1262 | -0.0561 |
| 0.9733 | 0.6837 | 1.4431 | 1.1991 | 1.6872 | 0.1129 | -0.4698 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 16 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 2630RR_N

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|---------|
| NDVI | 1 | 2,1736 | 2,1736 | 13,1984 | 0,0030 |
| Resíduos | 13 | 2,1409 | ,1647 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 17 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 2630RR_N

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|--------|------------------------|--------|--------|
| -0,6405 | -0,2978 | 0,0063 | 9,77210 ⁻¹⁸ | 0,2644 | 0,7278 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 18 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 2630RR_N

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|---------|
| Intercepto | -0,5369 | 0,5700 | -0,9420 | 0,3634 |
| NDVI | 2,9998 | 0,8257 | 3,6330 | 0,0030 |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 19 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 2630RR_N

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0,405812024 | 13 | 0,5038 | 0,4656 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 20 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 2630RR_N

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|--------|--------|----------------|--------|--------|---------------|----------|
| 0.6700 | 0.4465 | 0.8024 | 0.3307 | 1.2742 | 0.2184 | -0.1324 |
| 0.6367 | 0.4868 | 0.9234 | 0.5133 | 1.3335 | 0.1898 | -0.2867 |
| 1.3933 | 0.5271 | 1.0443 | 0.6920 | 1.3967 | 0.1631 | 0.3490 |
| 1.5033 | 0.5275 | 1.0455 | 0.6936 | 1.3973 | 0.1629 | 0.4579 |
| 1.8733 | 0.7645 | 1.7564 | 1.4829 | 2.0298 | 0.1266 | 0.1170 |
| 2.0500 | 0.7748 | 1.7875 | 1.5033 | 2.0717 | 0.1316 | 0.2625 |
| 2.2867 | 0.8525 | 2.0204 | 1.6363 | 2.4046 | 0.1778 | 0.2662 |
| 2.5500 | 0.7864 | 1.8222 | 1.5250 | 2.1193 | 0.1375 | 0.7278 |
| 1.9800 | 0.7545 | 1.7265 | 1.4626 | 1.9904 | 0.1221 | 0.2535 |
| 1.3167 | 0.8314 | 1.9572 | 1.6027 | 2.3117 | 0.1641 | -0.6405 |
| 1.3933 | 0.7805 | 1.8043 | 1.5139 | 2.0947 | 0.1344 | -0.4110 |
| 1.2200 | 0.6886 | 1.5289 | 1.3018 | 1.7560 | 0.1051 | -0.3089 |
| 1.1233 | 0.6015 | 1.2674 | 1.0026 | 1.5322 | 0.1226 | -0.1441 |
| 1.4333 | 0.6547 | 1.4270 | 1.1967 | 1.6574 | 0.1066 | 0.0063 |
| 1.0467 | 0.7001 | 1.5632 | 1.3336 | 1.7928 | 0.1063 | -0.5166 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 21 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 231RR_N

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|--------------------------|
| NDVI | 1 | 1,2210 | 1,2210 | 32,6173 | 7,1584.10 ⁻⁰⁵ |
| Resíduos | 13 | 0,4867 | 0,0374 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 22 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 231RR_N

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|--------|--------------------------|--------|--------|
| -0,3859 | -0,1033 | 0,0229 | -1,615.10 ⁻¹⁸ | 0,1312 | 0,2673 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 23 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 231RR_N

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|-------------------------|
| Intercepto | -0,1518 | 0,2755 | -0,5511 | 0,5909 |
| NDVI | 2,1680 | 0,3796 | 5,7112 | 7,158.10 ⁻⁰⁵ |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 24 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 231RR_N

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0,1935 | 13 | 0,7150 | 0,6931 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 25 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 231RR_N

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão |
|--------|--------|----------------|--------|--------|---------------|
| 0.6867 | 0.3959 | 0.7064 | 0.4243 | 0.9885 | 0.1306 |
| 1.1333 | 0.5496 | 1.0397 | 0.8672 | 1.2122 | 0.0798 |
| 0.9873 | 0.5149 | 0.9644 | 0.7689 | 1.1599 | 0.0905 |
| 1.1333 | 0.6118 | 1.1744 | 1.0379 | 1.3109 | 0.0632 |
| 1.5467 | 0.6927 | 1.3498 | 1.2405 | 1.4591 | 0.0506 |
| 1.4400 | 0.8000 | 1.5826 | 1.4535 | 1.7117 | 0.0598 |
| 1.9333 | 0.8385 | 1.6660 | 1.5173 | 1.8148 | 0.0689 |
| 1.6667 | 0.7446 | 1.4623 | 1.3515 | 1.5732 | 0.0513 |
| 1.3933 | 0.7871 | 1.5545 | 1.4310 | 1.6781 | 0.0572 |
| 1.8400 | 0.8409 | 1.6713 | 1.5211 | 1.8214 | 0.0695 |
| 1.7233 | 0.8333 | 1.6547 | 1.5088 | 1.8005 | 0.0675 |
| 1.6400 | 0.7887 | 1.5580 | 1.4337 | 1.6822 | 0.0575 |
| 1.0800 | 0.7019 | 1.3699 | 1.2615 | 1.4782 | 0.0502 |
| 1.5167 | 0.7991 | 1.5807 | 1.4520 | 1.7094 | 0.0596 |
| 1.2100 | 0.8062 | 1.5959 | 1.4640 | 1.7279 | 0.0611 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 26 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 2737RR_CEH

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|--------------------------|
| NDVI | 1 | 3.9443 | 3.9443 | 59.9508 | 3.1922.10 ⁻⁰⁶ |
| Resíduos | 13 | 0.8553 | 0.0658 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 27 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 2737RR_CEH

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|---------|--------------------------|--------|--------|
| -0.3464 | -0.1803 | -0.0225 | -6.649.10 ⁻¹⁸ | 0.2356 | 0.3976 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 28 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 2737RR_CEH

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|-------------------------|
| Intercepto | -1.3268 | 0.3314 | -4.0034 | 0.0015 |
| NDVI | 4.1933 | 0.5416 | 7.7428 | 3.192.10 ⁻⁰⁶ |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 29 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 2737RR_CEH

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0.2565 | 13 | 0.8218 | 0.8081 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 30 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 2737RR_CEH

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|--------|--------|----------------|---------|--------|---------------|----------|
| 0.6000 | 0.4606 | 0.6048 | 0.3882 | 0.8214 | 0.1003 | -0.0048 |
| 0.6633 | 0.3798 | 0.2657 | -0.0286 | 0.5600 | 0.1362 | 0.3976 |
| 1.1367 | 0.5798 | 1.1043 | 0.9594 | 1.2493 | 0.0671 | 0.0324 |
| 1.1467 | 0.5401 | 0.9382 | 0.7791 | 1.0973 | 0.0736 | 0.2085 |
| 1.9100 | 0.8043 | 2.0460 | 1.7670 | 2.3250 | 0.1291 | -0.1360 |
| 2.1767 | 0.7713 | 1.9077 | 1.6610 | 2.1543 | 0.1142 | 0.2690 |
| 2.0767 | 0.8170 | 2.0991 | 1.8073 | 2.3910 | 0.1351 | -0.0225 |
| 1.9367 | 0.6919 | 1.5744 | 1.3952 | 1.7536 | 0.0830 | 0.3622 |
| 1.5300 | 0.6186 | 1.2673 | 1.1225 | 1.4121 | 0.0670 | 0.2627 |
| 1.0667 | 0.6534 | 1.4131 | 1.2568 | 1.5694 | 0.0723 | -0.3464 |
| 0.7933 | 0.5348 | 0.9158 | 0.7539 | 1.0777 | 0.0750 | -0.1225 |
| 0.8900 | 0.5541 | 0.9969 | 0.8443 | 1.1496 | 0.0707 | -0.1069 |
| 0.5467 | 0.5004 | 0.7714 | 0.5871 | 0.9556 | 0.0853 | -0.2247 |
| 0.6467 | 0.5468 | 0.9663 | 0.8104 | 1.1221 | 0.0721 | -0.3196 |
| 0.6933 | 0.5412 | 0.9424 | 0.7838 | 1.1010 | 0.0734 | -0.2491 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 31 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 202RR_CEH

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|---------|
| NDVI | 1 | 2,5118 | 2,5118 | 27,6249 | 0,0002 |
| Resíduos | 13 | 1,1820 | 0,0909 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 32 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 202RR_CEH

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|---------|-------------------------|--------|--------|
| -0,4321 | -0,1721 | -0,0302 | 7,173.10 ⁻¹⁸ | 0,0978 | 0,7863 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 33 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 202RR_CEH

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|---------|
| Intercepto | -0,6169 | 0,3094 | -1,9937 | 0,0676 |
| NDVI | 3,0695 | 0,5840 | 5,2559 | 0,0002 |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 34 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 202RR_CEH

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0,3015 | 13 | 0,6800 | 0,6554 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 35 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 202RR_CEH

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|--------|--------|----------------|--------|--------|---------------|----------|
| 0.5667 | 0.3995 | 0.6094 | 0.3887 | 0.8301 | 0.1022 | -0.0427 |
| 0.6133 | 0.5416 | 1.0454 | 0.8733 | 1.2175 | 0.0796 | -0.4321 |
| 1.2167 | 0.5822 | 1.1702 | 0.9806 | 1.3599 | 0.0878 | 0.0464 |
| 1.1800 | 0.5771 | 1.1544 | 0.9677 | 1.3411 | 0.0864 | 0.0256 |
| 1.7267 | 0.7734 | 1.7569 | 1.3876 | 2.1262 | 0.1709 | -0.0302 |
| 1.5067 | 0.7142 | 1.5754 | 1.2706 | 1.8802 | 0.1411 | -0.0687 |
| 1.8333 | 0.7485 | 1.6806 | 1.3389 | 2.0222 | 0.1581 | 0.1528 |
| 1.5833 | 0.4607 | 0.7971 | 0.6165 | 0.9777 | 0.0836 | 0.7863 |
| 0.9633 | 0.4186 | 0.6679 | 0.4620 | 0.8739 | 0.0953 | 0.2954 |
| 0.8567 | 0.4447 | 0.7481 | 0.5592 | 0.9370 | 0.0874 | 0.1086 |
| 0.4800 | 0.4505 | 0.7659 | 0.5802 | 0.9515 | 0.0859 | -0.2859 |
| 0.3567 | 0.4143 | 0.6549 | 0.4458 | 0.8640 | 0.0968 | -0.2982 |
| 0.4600 | 0.3877 | 0.5730 | 0.3423 | 0.8037 | 0.1068 | -0.1130 |
| 0.4867 | 0.4349 | 0.7179 | 0.5231 | 0.9128 | 0.0902 | -0.2313 |
| 0.5267 | 0.3442 | 0.4396 | 0.1684 | 0.7108 | 0.1255 | 0.0871 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 36 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 2585RR_CEH

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|--------------------------|
| NDVI | 1 | 7,0431 | 7,0431 | 70,4869 | 1,3131.10 ⁻⁰⁶ |
| Resíduos | 13 | 1,2990 | 0,0999 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 37 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 2585RR_CEH

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|--------|------------------------|--------|--------|
| -0,4645 | -0,2260 | 0,0051 | 1,59.10 ⁻¹⁷ | 0,2781 | 0,4243 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 38 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 2585RR_CEH

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|-------------------------|
| Intercepto | -1,1842 | 0,3071 | -3,8561 | 0,0020 |
| NDVI | 4,0244 | 0,4793 | 8,3956 | 1,313.10 ⁻⁰⁶ |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 39 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 2585RR_CEH

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0,3161 | 13 | 0,8443 | 0,8323 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 40 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 2585RR_CEH

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|--------|--------|----------------|---------|--------|---------------|----------|
| 0.7233 | 0.5222 | 0.9175 | 0.7154 | 1.1196 | 0.0936 | -0.1941 |
| 1.0467 | 0.6619 | 1.4795 | 1.2973 | 1.6617 | 0.0843 | -0.4328 |
| 2.0967 | 0.7362 | 1.7785 | 1.5637 | 1.9934 | 0.0995 | 0.3181 |
| 1.6500 | 0.7683 | 1.9078 | 1.6723 | 2.1432 | 0.1090 | -0.2578 |
| 2.7500 | 0.8793 | 2.3544 | 2.0311 | 2.6777 | 0.1496 | 0.3956 |
| 2.1700 | 0.8687 | 2.3118 | 1.9977 | 2.6260 | 0.1454 | -0.1418 |
| 2.3933 | 0.8640 | 2.2929 | 1.9827 | 2.6030 | 0.1436 | 0.1004 |
| 1.6300 | 0.6586 | 1.4664 | 1.2850 | 1.6478 | 0.0840 | 0.1636 |
| 1.4500 | 0.5776 | 1.1403 | 0.9592 | 1.3215 | 0.0838 | 0.3097 |
| 0.4700 | 0.5265 | 0.9345 | 0.7345 | 1.1345 | 0.0926 | -0.4645 |
| 0.6400 | 0.5417 | 0.9958 | 0.8028 | 1.1889 | 0.0894 | -0.3558 |
| 0.8167 | 0.4359 | 0.5701 | 0.3122 | 0.8279 | 0.1194 | 0.2466 |
| 0.5200 | 0.4222 | 0.5149 | 0.2465 | 0.7833 | 0.1242 | 0.0051 |
| 0.6233 | 0.4781 | 0.7399 | 0.5120 | 0.9679 | 0.1055 | -0.1166 |
| 0.5400 | 0.3230 | 0.1157 | -0.2367 | 0.4681 | 0.1631 | 0.4243 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.

Tabela 41 Análise de variância do modelo de regressão linear para a cultivar CD 2630RR_CEH

| Fatores | G.L. | Soma de Quadrados | Quadrado Médio | Estat. F | P-valor |
|----------|------|-------------------|----------------|----------|---------|
| NDVI | 1 | 10.4973 | 10.4973 | 24.6752 | 0.0003 |
| Resíduos | 13 | 5.5304 | 0.4254 | | |

Notas: G.L.: Graus Liberdade; Estat. F: Estatística F.

Tabela 42 Análise exploratória dos resíduos para a cultivar CD 2630RR_CEH

| Mínimo | 1Q | Média | Mediana | 3Q | Máximo |
|---------|---------|---------|-----------|--------|--------|
| -0.8657 | -0.3098 | -0.0503 | 2.013E-17 | 0.1381 | 1.5880 |

Notas: 1Q: Primeiro quartil; 3Q: Terceiro Quartil.

Tabela 43 Análise dos coeficientes para a cultivar CD 2630RR_CEH

| Preditor | Estimativa | Desvio Padrão | Estat. T | P-valor |
|------------|------------|---------------|----------|---------|
| Intercepto | -2.6475 | 0.8946 | -2.9593 | 0.0111 |
| NDVI | 6.0614 | 1.2202 | 4.9674 | 0.0003 |

Notas: Estat. T: Estatística T.

Tabela 44 Análise do coeficientes de determinação a cultivar CD 2630RR_CEH

| Desvio Padrão dos Resíduos | Graus de Liberdade | R ² | R ² Ajustado |
|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| 0.6522 | 13 | 0.6549 | 0.6284 |

Notas: R²: Coeficiente de determinação.

Tabela 45 Intervalo de confiança para os valores estimados pelo modelo a cultivar CD 2630RR_CEH

| IAF | NDVI | Valor Ajustado | LI | LS | Desvio Padrão | Resíduos |
|--------|--------|----------------|---------|--------|---------------|----------|
| 1.0067 | 0.6459 | 1.2677 | 0.8547 | 1.6807 | 0.1912 | -0.2611 |
| 1.9800 | 0.7967 | 2.1817 | 1.7655 | 2.5978 | 0.1926 | -0.2017 |
| 2.0033 | 0.8434 | 2.4648 | 1.9768 | 2.9527 | 0.2259 | -0.4614 |
| 2.6833 | 0.8529 | 2.5224 | 2.0174 | 3.0274 | 0.2338 | 0.1609 |
| 4.5200 | 0.9204 | 2.9317 | 2.2903 | 3.5731 | 0.2969 | 1.5883 |
| 2.5333 | 0.9101 | 2.8688 | 2.2497 | 3.4879 | 0.2866 | -0.3355 |
| 2.7867 | 0.8775 | 2.6714 | 2.1195 | 3.2233 | 0.2555 | 0.1153 |
| 1.7200 | 0.5845 | 0.8952 | 0.3852 | 1.4052 | 0.2361 | 0.8248 |
| 1.4100 | 0.6777 | 1.4603 | 1.0797 | 1.8409 | 0.1762 | -0.0503 |
| 0.7133 | 0.6973 | 1.5790 | 1.2102 | 1.9477 | 0.1707 | -0.8657 |
| 0.9667 | 0.7270 | 1.7594 | 1.3951 | 2.1236 | 0.1686 | -0.7927 |
| 1.2000 | 0.6816 | 1.4842 | 1.1065 | 1.8619 | 0.1748 | -0.2842 |
| 0.7267 | 0.5602 | 0.7479 | 0.1910 | 1.3047 | 0.2577 | -0.0212 |
| 0.7733 | 0.5711 | 0.8141 | 0.2787 | 1.3494 | 0.2478 | -0.0407 |
| 0.7333 | 0.4546 | 0.1083 | -0.6804 | 0.8969 | 0.3650 | 0.6251 |

Notas: LI: Limite inferior; LS: Limite Superior.