



EFEITO DO MOMENTO DE COLHEITA SOBRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SOJA

RODRIGO Y. TSUKAHARA¹, EDSON G. KOCHINSKI², JOSÉ PRESTES NETO³, ANTONIO N. OLIVEIRA⁴.

¹ Engenheiro Agrônomo, Coordenador de Pesquisa, Setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR, Fone: (0XX42) 3233-8647
rodrigo@fundacaoabc.org.br

² Técnico Agropecuário, Analista Pesquisa, Setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

³ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁴ Meteorologista, Pesquisador, Setor de Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

Apresentado no
XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: o período de pré-colheita em soja inicia no estágio de maturação fisiológica, onde geralmente observa-se a máxima qualidade fisiológica das sementes e se estende até a colheita, cuja duração pode variar entre 15 e 25 dias, dependendo do genótipo e das condições do ambiente. Este período é altamente vulnerável a perdas quantitativas e qualitativas de soja, principalmente em situações de chuva na colheita. O objetivo deste experimento foi quantificar as perdas de soja e desenvolver um modelo matemático para estimar estas perdas de produção através de dados agrometeorológicos, visando o desenvolvimento de sistema de suporte à decisão. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Fundação ABC, Castro-PR, os tratamentos consistiram no atraso na colheita em intervalos pré-estabelecidos após a maturação fisiológica. Os resultados obtidos confirmam a perda de produtividade, vigor e germinação de sementes, proporcionais ao atraso da colheita da soja. A utilização de técnicas de regressão linear, simples e múltiplas demonstrou significância com os parâmetros ambientais, sendo possível o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão, com enfoque no momento ideal de colheita.

PALAVRAS-CHAVE: pré-colheita, agrometeorologia, sistema de suporte à decisão.

EFFECT OF HARVEST TIME ON THE COMPONENTS OF PRODUCTION AND QUALITY OF SOYBEANS

ABSTRACT: the pre-harvest soybeans starts at physiological maturity, usually where there is maximum physiological quality of seeds and extends until the harvest, which lasts between 15 and 25 days, depending on the genotype and the conditions of environment. This period is highly vulnerable to quantitative and qualitative losses of soybeans, especially in situations of rain at harvest. The objective of this experiment was to quantify the losses of soybeans and develop a mathematical model to estimate the losses of production through agrometeorological data, aiming at the development of decision support system. The experiment was conducted at the Experimental Field of the ABC Foundation, Castro-PR, treatments were delayed harvest in predetermined intervals after physiological maturity. The





results obtained confirm the loss of productivity, vigor and germination of seeds, proportional to the delayed soybean harvest. The use of techniques for linear regression, single and multiple showed significance with environmental parameters, it is possible to develop a decision support system with a focus at the harvest time.

KEYWORDS: pre-harvest, agrometeorology, decision support system.

INTRODUÇÃO

A decisão sobre o momento de início da colheita da soja é tomada através do conhecimento do teor de umidade dos grãos, colhedoras disponíveis, capacidade operacional, previsão de tempo e estágio fenológico dos demais cultivos da propriedade. Para dificultar ainda mais esta decisão, atualmente observa-se a tendência de adoção de cultivares de soja com ciclo cada vez menor, além da antecipação do plantio e colheita, tudo para maximizar o uso da terra (SILVA NETO, 2011). A consequência destes fatores resulta em um difícil processo de decisão por parte do agricultor, pois no momento próximo à colheita, podem ocorrer situações em que os cultivos de soja, milho e feijão estejam no estágio de maturação fisiológica, ou seja, no momento de maior qualidade fisiológica da semente/grão e maior acúmulo de matéria seca. Considerando que o agricultor tem uma determinada capacidade operacional de colheita, este estudo teve como objetivos mensurar as perdas de produção e qualidade de soja em condições de atraso na colheita, identificar quais foram os parâmetros ambientais mais importantes neste período de pré-colheita e por fim propor um algoritmo para estimativa do momento ideal de colheita de soja na região de atuação das Cooperativas Agropecuárias e Industriais Arapotí, Batavo, Castrolanda, Coopagrícola e Holambra Paranapanema.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental da Fundação ABC, localizado no município de Castro PR, latitude 24°51'49"S, longitude 49°56'08"O, altitude 1109m, sob Latossolo vermelho distrófico típico, textura argilosa. A climatologia da região possibilitou a classificação desta região como tipo Cfb (Köppen). A semeadura do cultivar NK3363 ocorreu em 27/11/2010, em área sob sistema de plantio direto estabelecido, com rotação aveia/milho/trigo/soja, espaçamento entre linhas de 0,4m e população inicial de 266 plantas.m⁻². Todos os tratamentos culturais (adubação, controle de plantas daninhas, doenças e pragas) foram realizados conforme recomendação técnica da Fundação ABC. O momento inicial de colheita foi determinado através da umidade dos grãos, adotando-se o valor de 20% para início da colheita. Uma vez determinada a data da primeira colheita, as demais foram realizadas manualmente aos 5, 11, 24, 32 e 38 dias após o momento ideal de colheita (DAMIC). Para a mensuração dos efeitos do atraso na colheita sobre os componentes de produção da soja, foram realizadas avaliações de estande final (plantas.m⁻²), umidade do grão (%), peso de mil sementes (g) e produção (kg.ha⁻¹). Para avaliação do vigor e germinação de sementes (%) foi adotada metodologia descrita em BRASIL (1992). Para o monitoramento das condições do ambiente durante o ciclo de desenvolvimento da soja e nas condições de atraso na colheita, foram instalados sensores de temperatura e umidade relativa do ar (RotronicHygroClip S3), piranômetro para a determinação da radiação solar global (Licor LI-200X), velocidade e direção do vento a 2,0 m de altura (Young) e pluviômetro (Decagon





ECRN-100). Estes sensores foram acoplados a uma plataforma de coleta de dados, com aquisição de dados médios, máximos, mínimos e totais em intervalos de 15 minutos e transmissão de dados em intervalos de 60 minutos, através do sistema GPRS. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 6 tratamentos (momentos de colheita) e 4 repetições, unidade experimental de 8m² (5 linhas de 4 metros), descritos na Tabela 1. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste Tukey a 5 % para comparação de médias e análise de regressão linear através do software SAS versão 9.3.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos estudados na safra 2010/2011, Castro-PR.

| ID | Dias após o momento ideal de colheita (DAMIC) | Data da colheita |
|----|---|------------------|
| 1 | Colheita realizada com umidade do grão de 20% | 15/04/2011 |
| 2 | Colheita realizada 5 dias após o momento ideal de colheita | 20/04/2011 |
| 3 | Colheita realizada 11 dias após o momento ideal de colheita | 26/04/2011 |
| 4 | Colheita realizada 24 dias após o momento ideal de colheita | 09/05/2011 |
| 5 | Colheita realizada 32 dias após o momento ideal de colheita | 17/05/2011 |
| 6 | Colheita realizada 38 dias após o momento ideal de colheita | 23/05/2011 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 demonstra o efeito do atraso na colheita sobre alguns componentes de produção da soja, onde podemos observar que mesmo com o estande final de plantas estatisticamente semelhante entre os tratamentos estudados, ocorreu um decréscimo da umidade de grãos e da produção de soja, ambos os efeitos diretamente proporcionais ao atraso na colheita. Esta tendência de redução da produção pode ser explicada pelo consumo de matéria seca do grão em processo respiratório nesta fase de pré-colheita. Vale ressaltar que neste estudo a colheita foi realizada manualmente, assim como o processo de trilhagem e limpeza dos grãos, fato este que deve ter minimizado as perdas relacionadas à colheita mecanizada (COSTA et al., 2007).

Tabela 2. Efeito do atraso na colheita sobre os componentes de produção em soja.

| DAMIC | Tukey (5%) | Estande Final (pl/m ²) | Tukey (5%) | Umidade (%) | Tukey (5%) | Produção (kg/ha) |
|----------------|------------|------------------------------------|------------|-------------|------------|------------------|
| 0 | A | 23,40 | B | 19,63 | A | 3002,18 |
| 5 | A | 25,89 | C | 18,23 | AB | 2915,05 |
| 11 | A | 24,41 | A | 20,63 | AB | 2930,51 |
| 24 | A | 23,13 | B | 19,83 | AB | 2806,10 |
| 32 | A | 23,49 | C | 17,57 | B | 2584,67 |
| 38 | A | 22,85 | D | 16,60 | C | 2203,28 |
| Prob>F | 0,2057 | . | <,0001 | . | <,0001 | . |
| Média | . | 23,86 | . | 18,75 | . | 2740,30 |
| REQM | . | 1,77 | . | 0,36 | . | 164,31 |
| Coef. Variação | . | 7,89 | . | 7,80 | . | 11,53 |

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A título de discussão, observamos neste experimento perdas de até 799kg de soja.ha⁻¹ quando comparamos a soja colhida com umidade de 20% em relação a soja colhida com umidade de 16%, ou seja, perdas de 0,35 saca de soja por dia de atraso. Estas perdas foram mais significativas nas colheitas realizadas aos 32 e 45 DAMIC, fato este que pode estar





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



relacionado às condições de ambiente. O que podemos destacar em relação a estas duas últimas colheitas foram os volumes diários de precipitação, a significativa oscilação da amplitude térmica da superfície e as altas taxas de radiação solar global, observadas nos dias que antecederam estas colheitas de soja. Estas informações também foram descritas por QUEIROZ et al., (1978), onde verificaram o efeito mais significativo da precipitação sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos grãos de soja. O mesmo comportamento observado nos componentes de produção também foi observado nos componentes qualitativos da soja (Tabela 3), com decréscimo significativo do vigor e porcentagem de germinação de sementes de soja a partir do atraso na colheita, fato este descrito também por VIEIRA et al., (1982).

Tabela 3. Efeito do atraso na colheita sobre o vigor e a germinação de sementes de soja.

| DAMIC | Tukey (5%) | Vigor (%) | Tukey (5%) | Germinação (%) |
|----------------|------------|-----------|------------|----------------|
| 0 | A | 95,50 | A | 98,25 |
| 5 | A | 93,00 | AB | 96,50 |
| 11 | A | 91,00 | B | 89,75 |
| 24 | B | 73,00 | AB | 95,00 |
| 32 | C | 62,00 | AB | 93,50 |
| 38 | C | 60,00 | B | 89,25 |
| Prob>F | <.0001 | . | 0,0047 | . |
| Média | . | 79,08 | . | 93,71 |
| REQM | . | 4,52 | . | 3,23 |
| Coef. Variação | . | 19,66 | . | 4,73 |

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Uma vez observada esta tendência de decréscimo da produção, vigor e germinação de sementes de soja em situações de atraso da colheita, foram realizadas análises de correlação para identificar quais os parâmetros ambientais observados mais se correlacionariam com estas tendências. Para tanto, os registros agrometeorológicos foram cotados em intervalos que iniciaram 10 dias antes do momento ideal de colheita (DAMIC=0) e terminaram no dia da colheita, cujos resultados desta análise podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre as variáveis medidas durante o experimento.

| ID | Parâmetro | Produção (kg/ha) | Vigor (%) | Germinação (%) |
|----|-----------|------------------|----------------|----------------|
| 1 | DAMIC | -0,9048 | -0,9862 | -0,6292 |
| 2 | UMID | 0,8272 | 0,6826 | 0,2281 |
| 3 | RS | -0,8894 | -0,9841 | -0,6191 |
| 4 | PRECIP | -0,8909 | -0,9574 | -0,6489 |
| 7 | TMED | -0,8842 | -0,9802 | -0,6428 |
| 8 | TMIN | -0,8783 | -0,9753 | -0,6567 |
| 9 | TMAX | -0,8875 | -0,9817 | -0,6386 |
| 10 | UR | -0,9062 | -0,9859 | -0,6321 |
| 11 | NHT<14 | -0,9684 | -0,9650 | -0,5457 |
| 12 | NHT<16 | -0,9391 | -0,9887 | -0,5742 |
| 13 | NHT<18 | -0,9228 | -0,9899 | -0,6087 |
| 14 | NHT<20 | -0,9158 | -0,9891 | -0,6161 |
| 15 | NHT>20 | -0,7985 | -0,9290 | -0,6845 |
| 16 | NHT>24 | -0,6256 | -0,7816 | -0,7383 |
| 17 | NHT>26 | -0,4935 | -0,5958 | -0,7036 |
| 18 | NHUR>70 | -0,9090 | -0,8372 | -0,6335 |
| 19 | NHUR>80 | -0,9092 | -0,9862 | -0,6351 |
| 20 | NHUR>90 | -0,9123 | -0,9861 | -0,6359 |
| 21 | NHUR<70 | -0,8667 | -0,9859 | -0,5933 |





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



| | | | | |
|----|----------|----------------|----------------|---------|
| 22 | NHUR<60 | -0,8541 | -0,9779 | -0,5581 |
| 23 | NHUR<50 | -0,9133 | -0,9844 | -0,4869 |
| 24 | NHP>0 | -0,8633 | -0,9963 | -0,6481 |
| 25 | NHP>2 | -0,8050 | -0,9765 | -0,6875 |
| 26 | NHP>5 | -0,8920 | -0,8693 | -0,4987 |
| 27 | NHRS<200 | -0,9071 | -0,9868 | -0,6287 |
| 28 | NHRS<400 | -0,9095 | -0,9864 | -0,6322 |
| 29 | NHRS<600 | -0,9070 | -0,9866 | -0,6302 |
| 30 | NHRS>600 | -0,8798 | -0,9784 | -0,6170 |
| 31 | NHRS>800 | -0,7754 | -0,9557 | -0,5426 |
| 32 | GDA | -0,8498 | -0,9647 | -0,6611 |

DAMIC = dias após o momento ideal de colheita; UMID = umidade relativa média do ar; RS = radiação solar global; PRECIP = precipitação pluvial acumulada; TMED = temperatura média do ar; TMIN = temperatura mínima do ar; TMAX = temperatura máxima do ar; UR = umidade relativa do ar; NHT = número de horas com temperatura; NHTUR = número de horas com umidade relativa do ar; NHP = número de horas com precipitação; NHRS = número de horas com radiação solar global; GDA = graus dias acumulados.

Dada as altas correlações entre produção, vigor e germinação de sementes em relação aos parâmetros ambientais observados no experimento (Tabela 4), tomou-se como exemplo a proposta de desenvolvimento de um algoritmo para determinação das perdas da produtividade de soja em situações de atraso na colheita (Tabela 3), baseados em escala fenológica (FEHR e CAVINESS, 1977) e parâmetros ambientais, definidos pelos procedimentos Stepwise, Forward e Backward do software estatístico SAS. Estes procedimentos resultaram na escolha de três modelos de regressão linear, baseados nos parâmetros NHT<14, PRECIP e NHUR<50, cujas tendências podem ser observadas na Figura 2 e os modelos descritos na Tabela 5.

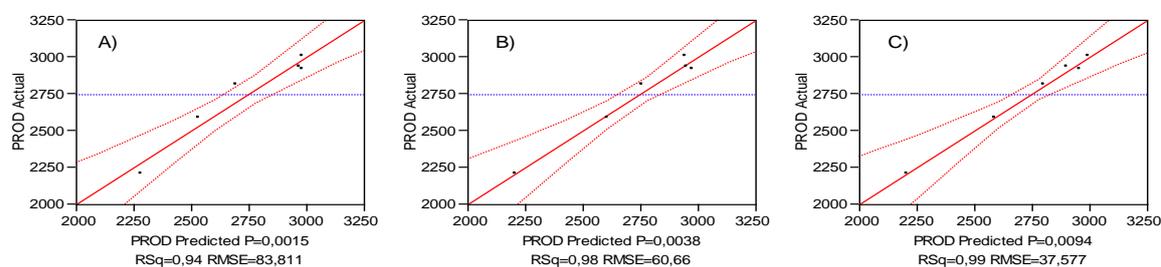


Figura 2. Produtividade observada versus produtividade estimada através de modelos de regressão linear simples, baseado no NHT<14 (A), ou modelos de regressão linear múltipla utilizando os parâmetros ambientais NHT<14 e NHUR<50 (B), ou NHT<14, NHUR<50 e PRECIP (C).

Tabela 5. Modelos utilizando regressão linear para estimativa da produtividade.

| Parâmetros | Modelo | | | |
|-------------------------|---|----------|---------|---|
| NHT<14 | Produção = 3130,7039 - 2,2287*NHT<14 | | | |
| NHT<14 NHUR<50 | Produção = 2630,294 - 4,5176*NHT<14 + 32,3837*NHUR<50 | | | |
| NHT<14 NHUR<50 PREC | Produção = 2512,2806 - 5,9134*PRECIP + -4,7272*NHT<14 + 47,7870*NHUR<50 | | | |
| Parâmetros | Coef. Determ. Ajust. | REQM | p-valor | N |
| NHT<14 | 0,92234 | 83,81107 | 0,0015* | 6 |
| NHT<14 NHUR<50 | 0,959318 | 60,66012 | 0,0038* | 6 |
| NHT<14 NHUR<50 PREC | 0,984388 | 37,5774 | 0,0094* | 6 |





CONCLUSÕES

A produtividade de soja decresce com o atraso da colheita, assim como os índices qualitativos de germinação e vigor de sementes. As perdas de produtividade em soja chegaram a 26,61% em 38 dias. Esta tendência de redução pode ser mais significativa em situações em que o ambiente seja desfavorável, como a distribuição e frequência da precipitação pluvial, a amplitude térmica e a saturação de umidade na atmosfera, parâmetros estes identificados como os principais. Com base nestas correlações e análise de regressão, foi possível identificar 3 algoritmos para estimativa do decréscimo de produção a partir de registros agrometeorológicos, presentes e disponíveis na região de estudo em mais de 40 localidades. Novos experimentos estão sendo conduzidos pela Fundação ABC para aumentar o número de observações, reduzir erro na estimativa do decréscimo de produção, germinação e vigor soja.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365 p.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; FRANCA NETO, J. B.; MAURINA, A. C., KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.. Desperdícios na colheita mecânica da soja no Paraná e no Brasil na safra 2006/2007. In: XXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 39., 2007, Campo Grande. Resumos... Campo Grande: Embrapa Soja, 2007. p.213-215.
- FEHR, W.R., CAVINESS, C.E.. Stages of Soybean Development. Special Reporter 80. Cooperative Extension Service. Ames IA. (1977), Iowa State University.
- QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; TERAZAWA, P.; PALHANO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; YAMASHITA, J. Recomendações técnicas para a colheita da soja. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1978, 32p.

