

## Qualidade operacional da colheita mecanizada do amendoim

Submetido - 31 jul. 2020

Aprovado - 20 set. 2020

Publicado - 14 out. 2020



<http://dx.doi.org/10.17648/sas.v1i2.68>

**Natália de Oliveira Pereira**

Mestre em Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará, e-mail: natyagronomia@yahoo.com.br.

**Carlos Alessandro Chioderoli**

Doutorado em Ciência do Solo – Universidade Estadual Paulista, e-mail: ca.chioderoli@gmail.com.

**Elivânia Maria Sousa Nascimento**

Doutora em Engenharia Agrícola-Universidade Federal do Ceará, e-mail: elivania\_sousa@yadoo.com.br.

**Rafael Henrique De Freitas Noronha**

Doutor em Engenharia Rural/Máquinas e Mecanização Agrícola – Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', e-mail: rafael.noronha.agro@gmail.com.

**Jean Lucas Pereira Oliveira**

Mestre em Agronomia/Produção Vegetal – Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', e-mail: jlp.oliveira@unesp.br.

### RESUMO

A colheita é a etapa mais importante para a cultura do amendoim, tendo o arranquio e o recolhimento como operações necessárias para o processo. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade do processo da colheita do amendoim por meio do controle estatístico do processo. O experimento foi realizado na região do Triângulo Mineiro no Estado de Minas Gerais, onde 20 amostras foram coletadas para cada variável analisadas, perdas visíveis no arranquio (PVA), perdas invisíveis no arranquio (PIA) e perdas totais no arranquio (PTA). O Controle Estatístico de Processos foi utilizado por meio do uso de cartas de controle de valores individuais e amplitude móvel, além de análise descritiva para cada indicador de qualidade. Verificou-se que as perdas invisíveis e totais no arranquio foram as mais críticas, atendendo pouca as exigências dos indicadores de qualidade refletindo nas maiores perdas e na menor qualidade do processo. No entanto parte do processo se manteve sob controle para a maioria dos indicadores avaliados, indicando que os dados ficaram próximos às médias encontradas apontando, assim, temos uma boa qualidade do processo.

**Palavras-chave:** Perdas; Cartas de controle; *Arachis hypogaea* L.

## Operational quality of mechanized peanut harvest

### ABSTRACT

Harvesting is the most important stage for the cultivation of peanuts, with pulling and harvesting as necessary operations for the process. The objective of this work was to evaluate the quality of the peanut harvesting process through statistical control of the process. The experiment was carried out in the Triângulo Mineiro region in the State of Minas Gerais, where 20 samples were collected for each variable analyzed, visible losses in the pullout (VLD), invisible losses in the pullout (ILD) and total losses in the pullout (TLD). Statistical Process Control was used through the use of charts of control of individual values and mobile range, in addition to descriptive analysis for each quality indicator. It was found that the invisible and total losses at the start were the most critical, with little regard to the requirements of quality indicators, reflecting the highest losses and the lowest quality of the process. However, part of the process remained under control for most of the indicators evaluated, indicating that the data were close to the averages found, thus showing a good quality of the process.

**Keywords:** Losses; Control cards; *Arachis hypogaea* L.

---

## Calidad operativa de la cosecha mecanizada de maní

### RESUMEN

*La recolección es la etapa más importante para el cultivo del maní, siendo el desplume y la recolección como operaciones necesarias para el proceso. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del proceso de cosecha del maní mediante el control estadístico del proceso. El experimento se realizó en la región del Triángulo Mineiro en el Estado de Minas Gerais, donde se recolectaron 20 muestras por cada variable analizada, pérdidas visibles en el pullout (PVP), pérdidas invisibles en el pullout (PIP) y pérdidas totales en el pullout (PTP). Se utilizó Control Estadístico de Procesos mediante el uso de gráficos de control de valores individuales y rango móvil, además de análisis descriptivo para cada indicador de calidad. Se encontró que las pérdidas invisibles y totales al inicio eran las más críticas, con poca atención a los requisitos de los indicadores de calidad, reflejando las pérdidas más altas y la calidad más baja del proceso. Sin embargo, parte del proceso se mantuvo bajo control para la mayoría de los indicadores evaluados, lo que indica que los datos se acercan a los promedios encontrados, mostrando así una buena calidad del proceso.*

**Palabras clave:** Pérdidas; Gráficos de control; *Arachis hypogaea* L.

---

### Introdução

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é bastante utilizado na renovação de canaviais por meio da rotação de cultura, fato este, que sugere um preparo convencional do solo muito comum nas regiões de cultivo da cultura. Este preparo utiliza de técnicas que promovem o revolvimento excessivo do solo, como gradagem, aragem e subsolador.

Embora recente, para a cultura do amendoim, muitos autores defendem o sistema de semeadura direta o qual contribui para a diminuição da erosão em relação aos preparos convencionais, sendo a este sistema intitulamos como conservacionista (BERTOL *et al.*, 2007; PRANDO *et al.*, 2010).

No sistema conservacionista o preparo ocorre apenas na linha da semeadura, os restos culturais anteriores permanecem ao solo, protegendo-o de impactos nocivos, ocasionadas por gotas de chuvas (CASSOL *et al.*, 2007). A penetração da chuva ocorre de uma forma mais eficiente, pois a água infiltra por todo o perfil do solo, sem o causar impactos (LLANILLO *et al.*, 2006; PRANDO *et al.*, 2010), dando-lhe vantagens ambientais e econômicas.

Com os avanços tecnológicos em sua colheita e com sua introdução em programas de rotação de cultura com gramíneas, milho e cana de

açúcar, o amendoim está voltando ao mercado com boa competitividade, uma vez que hoje, máquinas facilitam o seu processo da colheita. São dois processos operacionais na colheita do amendoim: iniciado com a operação de arranquio, a máquina por meio de lâminas em subsuperfície expõe as raízes para cima onde estão os tegumentos fazendo com que eles sequem ao sol, seguidos pela operação de recolhimento, a qual outro equipamento retira a rama e recolhe toda a planta e separa os frutos, realiza pré-limpeza e armazena em reservatório (SRIVASTAVA, 2006).

Trabalhos anteriores relatam que na colheita mecanizada do amendoim existem perdas inevitáveis, sendo que diversos fatores contribuem para seu aumento; tempo de colheita, clima, vigor da cultura, maturação, regulação da maquinaria e principalmente condições do solo, como teor de água e textura. (SANTOS *et al.*, 2013; ZERBATO *et al.*, 2014; CAVICHIOLI *et al.*, 2014). Em trabalhos nacionais foram observados que na operação do arranquio mecanizado possuía os índices de perdas mais elevados, nesta operação, e foram registradas perdas que variam de 3,1 a 47,1 kg ha<sup>-1</sup>. (MAHL *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2010).

Segundo Voltarelli (2013), o objetivo de aumentar o nível da qualidade nas operações com máquinas agrícolas, programas de controle de qualidade estão sendo implantados no intuito de melhorar a eficiência das operações agrícolas no curto e ao longo prazo, e uma das ferramentas mais utilizadas é o Controle Estatístico do Processo (CEP) com o objetivo de eliminar quase toda variabilidade existente no processo.

Considerando-se que o preparo do solo pode interferir na qualidade do processo da colheita mecanizada do amendoim, bem como nos níveis de perdas, o objetivo deste estudo foi determinar as perdas no arranquio mecanizado do amendoim em relação a dois tipos de preparo do solo (convencional e conservacionista).

## Material e métodos

O experimento foi realizado no ano de 2019 em duas fazendas situadas no município de Iturama, Minas Gerais. A Fazenda Kissaça está localizada nas coordenadas geográficas 19°48'33" S e 50°22'29" W, já a

Fazenda Liberdade, nas coordenadas geográficas 19°31'55" S e 50°20'18" W, ambas com solo classificado em Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013).

Na fazenda Kissaça o preparo do solo foi o conservacionista utilizado o RIP STRIP da KBM, o qual um único equipamento faz o preparo e introduz a semente no solo, tudo em uma única operação por cima da palhada.

Na Fazenda Liberdade o sistema utilizado foi o convencional (aração seguido de uma gradagem). As sementes utilizadas em ambos os experimentos foi IAC-OL3. Para a operação de arranquio mecanizado foi utilizado um Trator Massey Ferguson 7725, 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar), peso total de 13.250 kg, potência no motor de 184 kW (250 cv), pneus dianteiros 600/55-30.5 R1 e traseiros 710/65-38 R1 acoplado ao arrancador-invertedor KBM Hidráulico Flangeado AIA KBM-2L, montado para o processo de arranquio.

As perdas no arranquio foram classificadas de acordo com a denominação proposta por SILVA & MAHL (2008): visíveis, invisíveis e totais do arranquio, correspondendo à soma das perdas visíveis e invisíveis. Para a coleta desse material, a leira formada após a passagem do arrancador foi cuidadosamente retirada, colocando-se neste local uma armação metálica de aproximadamente 2 m<sup>2</sup> (1,11 x 1,80 m) transversalmente à leira, coletando-se manualmente e cuidadosamente todo o material remanescente acima do solo, as perdas visíveis e as perdas invisíveis localizadas até à profundidade de 0,15 m.

As avaliações foram feitas em uma área com 20 amostras. Após a coleta, as vagens foram acondicionadas em sacos de papel e identificadas, posteriormente, os sacos foram enviados ao laboratório, onde as vagens foram submetidas à lavagem para a retirada da terra aderida ao exocarpo. Sua massa foi mensurada em balança digital, com precisão de 0,01 g. Em seguida, foram colocadas para secar em estufa elétrica, a 105 ± 3 °C, por 24 horas. Após a secagem, a massa das vagens foi novamente determinada, obtendo-se os valores das perdas que foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>, com posterior correção para 8% de teor de água. Para a análise dos dados foi

utilizado o software Minitab ® 18. A análise da qualidade do processo de colheita mecanizada foi realizada por meio de cartas de controle.

## Resultados e discussão

O coeficiente de variação (CV) na **Tabela 1** mostra que a variabilidade dos dados em relação à média, apresentou-se com elevados valores, esses dados segundo autores citados estão dentro da normalidade uma vez que em trabalhos em campo não se possui homogeneidade nos tratamentos analisados. Porém foram obtidos altos valores de desvio padrão, valores estes encontrado por Ormond *et al.* (2018) quando utilizaram o RIP STRIP no preparo do solo, este equipamento é utilizado para um manejo conservacionista do solo. Conforme Pimentel-Gomes & Garcia (2002), estudos anteriores com preparo convencional do solo, mostram valores de CV normais em até 30% em coletas de trabalhos em campos.

**Tabela 1.** Estatística descritiva para as variáveis de colheita mecanizada de amendoim: perdas visíveis no arranquio (PVA), perdas invisíveis no arranquio (PIA), perdas totais no arranquio (PTA), na propriedade Kissaça, município de Iturama-MG.

| Variável                   | Média  | DP*   | CV(%) | Mediana | Cs   | Ck   | AD                 |
|----------------------------|--------|-------|-------|---------|------|------|--------------------|
| PVA(kg ha <sup>-1</sup> )  | 272,3  | 127,5 | 46,82 | 93,60   | 0,51 | 0,59 | 0,594 <sup>N</sup> |
| PIA (kg ha <sup>-1</sup> ) | 747,0  | 498,0 | 66,72 | 197,00  | 1,21 | 1,36 | 0,786 <sup>N</sup> |
| PTA(kg ha <sup>-1</sup> )  | 1019,0 | 601,0 | 59,03 | 314,00  | 1,17 | 1,11 | 0,749 <sup>N</sup> |

DP: desvio padrão; CV(%): coeficiente de variação; Cs: coeficiente de assimetria; Ck: coeficiente de curtose; AD: teste de normalidade de Anderson-Darling (N: distribuição normal; A: distribuição não normal).

Na **Tabela 2** também foram observados altos valores de desvio padrão e coeficiente de variação. Porém os valores de coeficiente de assimetria e curtose próximas a zero, indicam normalidade nos dados observados.

Na **Figura 1** observamos as perdas visíveis do amendoim na fazenda Liberdade, houve alta variabilidade por causas especial nos primeiros pontos do gráfico individual quando no de amplitude móvel, o que também foi observado na análise descritiva para perdas visíveis no arranquio.

**Tabela 2.** Estatística descritiva para as variáveis de colheita mecanizada de amendoim: perdas visíveis no arranquio (PVA), perdas invisíveis no arranquio (PIA) e perdas totais no arranquio (PTA) na propriedade Liberdade, município de Iturama-MG.

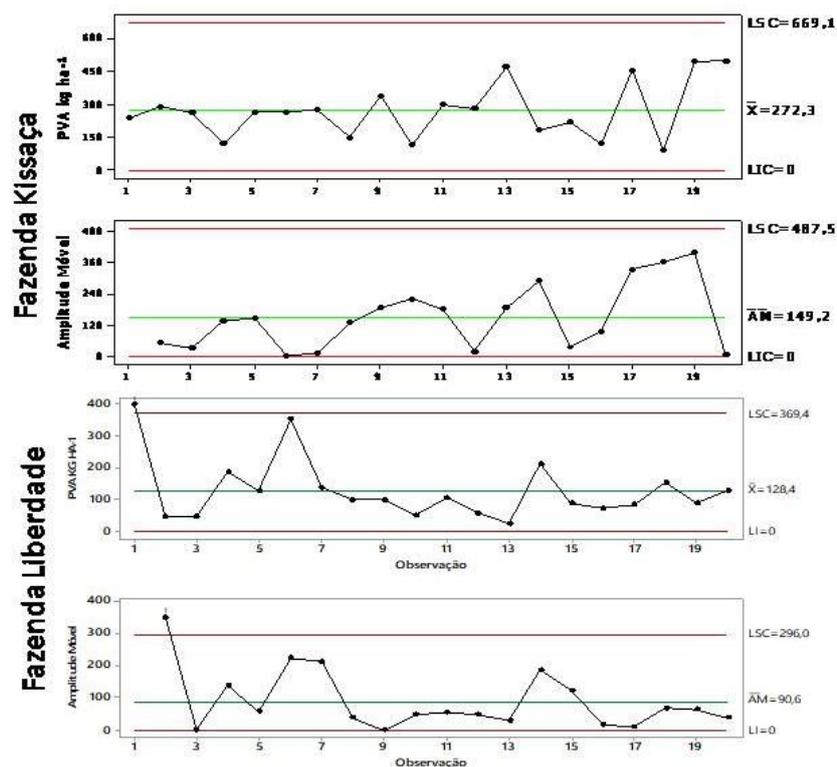
| Variável                   | Média | DP*   | CV(%) | Mediana | Cs   | Ck   | AD                 |
|----------------------------|-------|-------|-------|---------|------|------|--------------------|
| PVA(kg ha <sup>-1</sup> )  | 128,4 | 96,8  | 75,37 | 99,5    | 1,80 | 3,05 | 1,426 <sup>N</sup> |
| PIA (kg ha <sup>-1</sup> ) | 562,9 | 395,7 | 70,30 | 426,4   | 1,04 | 0,66 | 0,615 <sup>N</sup> |
| PTA(kg ha <sup>-1</sup> )  | 691,3 | 434,7 | 62,88 | 587,0   | 0,84 | 0,16 | 0,502 <sup>N</sup> |

Legenda: DP - desvio padrão; CV (%) - Coeficiente de variação; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - coeficiente de curtose; AD - teste de normalidade de Anderson-Darling (N: distribuição normal; A: distribuição não normal).

Desta forma, a variabilidade pode ser atribuída às causas não assimiláveis que ocorrem de maneira intrínseca ao processo, e uma vez detectada, tem que ser eliminadas para que o processo atinja a qualidade esperada.

Tal fato se dar a causas especiais, possivelmente ao ambiente e a máquina. Segundo Bragachini & Peiretti (2009) afirmam que o tipo das condições de solo, a regulagem do arrancador, como afiação das facas e a profundidade de corte afetam diretamente nas perdas invisíveis, sendo estes fatores crítico para essa variável.

Para a fazenda Kissaça, os pontos encontram-se dentro dos limites de controle, tanto para os valores individuais quanto para os valores de amplitude móvel, considerando assim o processo estável, com variações aleatórias causadas por fatores naturais, visto que, são inerentes ao processo.

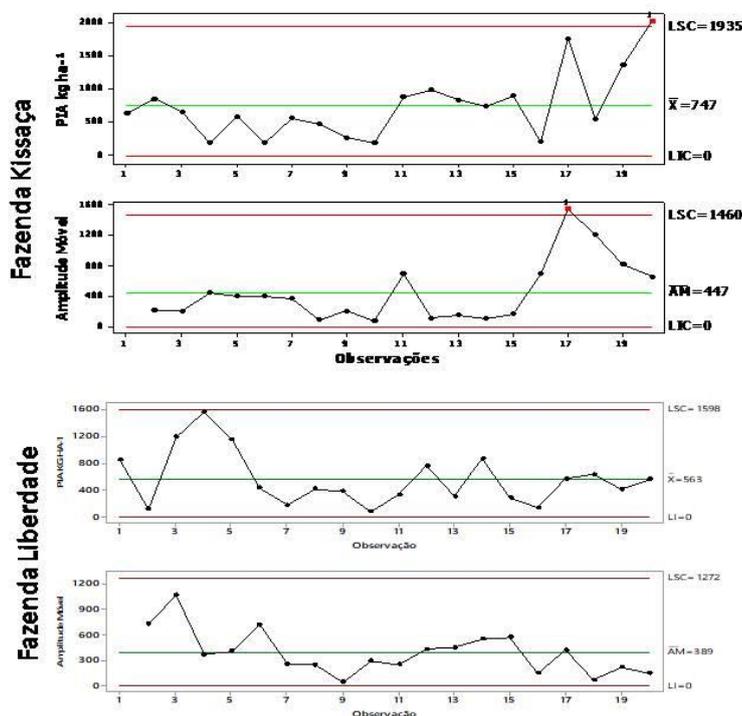


**Figura 1.** Cartas de controle para as Perdas Visíveis no Arranquio (PVA) em kg ha<sup>-1</sup>: (a) Cartas de valores individuais; (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle; X: médias dos valores individuais; AM: média da amplitude móvel. Fonte: autor (2020).

Nas cartas de controle para perdas invisíveis no amendoim (**Figura 2**), podemos observar pontos acima dos limites superior de controle (LSC), tornando o processo instável, podendo ser atribuído a causas especial, como interação máquina e ambiente.

Uma vez que solos com altos teores de argila dificultam a retirada das plantas no processo de arranquio são aceitáveis valores de perdas invisíveis mais altos em relação às perdas visíveis, e com o preparo mínimo esse valor pode aumentar devido ao fator de compactação do solo.

Embora um maior teor de água nas vagens, acontecimento este comum no preparo mínimo, pela cobertura vegetal, dificultando a retirada das mudas durante o processo de colheita, observados na Fazenda Kissaça (CAVICHOLI *et al.*, 2014).

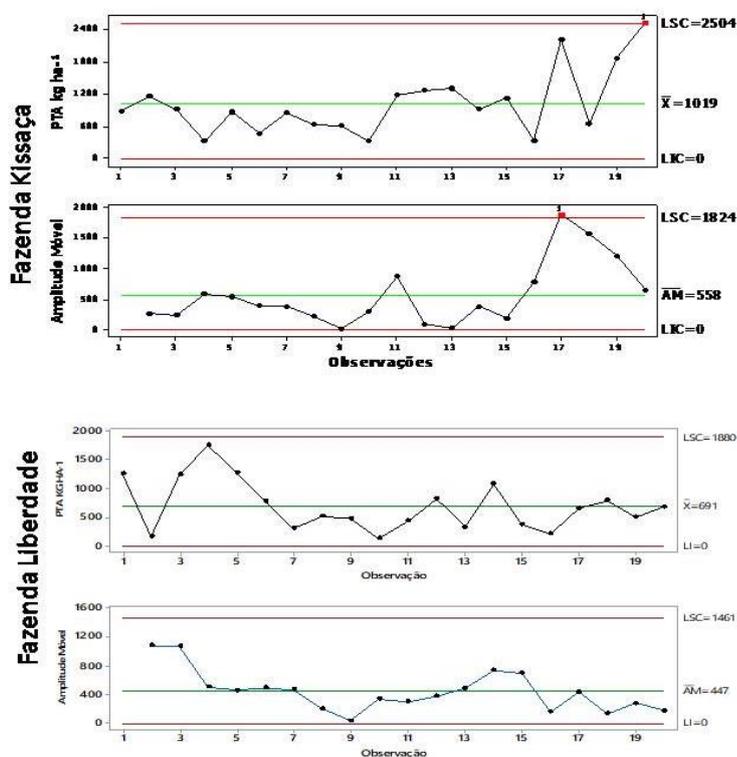


**Figura 2.** Cartas de controle para as Perdas Invisíveis no Arranquio (PIA) em kg ha<sup>-1</sup>: (a) Cartas de valores individuais; (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle; X: médias dos valores individuais; AM: média da amplitude móvel. Fonte: autor (2020).

Para as cartas de controle perdas totais no amendoim (**Figura 3**) no arranquio o processo mostrou-se estável, com todos os pontos dentro do limite do controle. Se compararmos com a análise descritiva, propriedade Liberdade apresentou coeficientes de variação muito altos (valores acima de 30%), coeficiente de curtose baixo (valores <1) e de assimetria com distribuição leptocúrtica, sendo a mediana não tão distante da média e valores distantes de zero.

Com uma porcentagem em torno de 32% em perdas totais, a propriedade Liberdade encontra-se dentro dos padrões de perdas encontrados por outros autores. Valor este considerado baixo levando em consideração estudos que indicam perdas variando de 3,1 a 47,1%, em diversos estudos encontrados em bibliografia (SANTOS *et al.*, 2013; ZERBATO *et al.*, 2014; CAVICHIOLI *et al.*, 2014). Os valores de perdas visíveis, invisíveis e totais na Propriedade de Liberdade são bem inferiores

se comparados com a da propriedade Kissaça na tabela de análise descritiva, fato este que não pode ser visualizados de maneira isolada ao processo, uma vez que em termos de porcentagens a Propriedade de Kissaça apresentou valores menores.



**Figura 3.** Cartas de controle para as Perdas Totais no Arranquio (PTA) em kg ha<sup>-1</sup>: (a) Cartas de valores individuais; (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle; X: médias dos valores individuais; AM: média da amplitude móvel. Fonte: autor (2020).

## Conclusões

A produtividade do amendoim apresentou melhor qualidade para o sistema de cultivo com preparo convencional do solo. Todas as perdas foram maiores e uniformes no sistema de preparo com conservacionista com o uso do rip strip. As perdas visíveis apresentaram menor qualidade no processo para o sistema convencional.

## Agradecimentos

Os autores prestam seus agradecimentos ao Núcleo Integrado de Mecanização e Projetos Agrícolas – NIMPA/UFC/UFTM/ Iturama-MG.

## Referências

BERTOL, I.; LEITE, D.; ENGEL, F. L.; COGO, N. P.; GONZÁLEZ, A.P. Erodibilidade de um Nitossolo Háplico alumínico determinada em condições de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p.541-549, 2007.

BRAGACHINI, M. E.; PEIRETTI, J. **Mejoras en la Eficiencia de Cosecha de Maní**. Gacetilla de Prensa: 09/2008 – Marzo 2008. Disponível em: [http://www.cosechaypostcosecha.org/data/gacetillas/2019/20190319\\_mani.a.sp](http://www.cosechaypostcosecha.org/data/gacetillas/2019/20190319_mani.a.sp). Acesso em 02 nov.2019.

CASSOL, E. S.; MARTINS, D.; ELTZ, F. L. F.; LIMA, V. S.; BUENOS, A. C. Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.15, p.220-231, 2007.

CAVICHIOLO FA, ZERBATO C, BERTONHA RS, SILVA RP. Perdas quantitativas de amendoim nos períodos do dia em sistemas mecanizados de colheita. **Científica** v. 42, n.3, p:211-215, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2013.

LLANILLO, R. **Indicadores de sustentabilidade da produção familiar mecanizada de grãos em modalidades de plantio direto no norte do Paraná, Brasil**. 2007. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

MAHL, D. et al. Perdas no arranquio mecanizado do amendoim em função da velocidade de deslocamento e espaçamento entre hastes. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 38., 2009, Petrolina. **Anais.**, Jaboticabal: SBEA, 2009. 1 CD-ROM.

ORMOND, ANTONIO T. S. et al . TILLAGE INTERFERENCE IN THE QUALITY OF PEANUT MECHANIZED HARVEST. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 38, n. 2, p. 251-259, Apr. 2018.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ. 309p, 2002

PRANDO, M. B.; OLIBONE, D.; OLIBONE, A. P. E.; ROSOLEN, C. A. Infiltração de água no solo sob escarificação e rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.693-700, 2010.

SANTOS, E. P. et al. Perdas na colheita mecanizada de amendoim. In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 9., 2010, Vitória. **Anais...**, Vitória: SBEA, 2010. 1 CD-ROM.

SANTOS, E. P.; DA SILVA, R. P.; BERTONHA, R. S.; NORONHA, R. H. F.; ZERBATO, C. Produtividade e perda do amendoim em cinco datas

diferentes de arranquio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n 4, p.695-702, 2013.

SRIVASTAVA, A. K., GOERING, C. E.; ROHRBACH, R. P.; BUCKMASTER, D. R. Fruit, nut, and vegetable harvesting. **In: engineering principles of agricultural machines**, cap. 13, 2 ed., p. 437-490. St. Joseph, Michigan: ASABE. 2006.

VOLTARELLI, M. A.; SILVA, R. P.; ROSALEN, D. L.; ZERBATO, C.; CASSIA, M. A. Quality of performance of the operation of sugarcane mechanized planting in day and night shifts. **Australian Journal Crop Science**, v.7, n.9, p. 1396-1406, 2013.

ZERBATO, C.; SILVA, V. F. A.; TORRES, L. S.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A. Peanut mechanized digging regarding to plant population and soil water level. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.4, p.459-465, 2014.