



PERDAS E TEOR DE ÁGUA DAS VAGENS NO ARRANQUIO MECANIZADO DE AMENDOIM

Rafael Scabello Bertonha¹, Rouverson Pereira da Silva², Carlos Eduardo Angeli Furlani², José Maria do Nascimento³ & Fabio Alexandre Cavichioli⁴

RESUMO: A colheita mecanizada de amendoim, por suas características peculiares, requer um grande cuidado devido ao alto índice de perdas normalmente encontrado. Diante disso, objetivou-se neste trabalho analisar as perdas no arranquio de amendoim, realizado em quatro teores de água das vagens utilizando-se teste de Chauvenet. O experimento foi realizado na região de Olímpia-SP, em solo de textura argilosa, utilizando-se um arrancador-invertedor 4x2 (quatro linhas x duas leiras). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliados quatro teores de água das vagens no momento do arranquio do amendoim (23,6; 29,5; 33,9 e 36,0%), com quatro repetições. As perdas visíveis e totais são maiores quando realizado o arranquio de amendoim em teores de água mais elevados. O teor de água adequado para operação de arranquio foi de 23,6%. Houve relação nos valores analisados com e sem o Teste de Chauvenet, pois com a eliminação dos pontos discrepantes, os valores apresentaram-se próximos do esperado.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogaea* L., perdas na colheita, máquinas agrícolas.

WATER CONTENT AND LOSSES OF PODS ON PEANUT MECHANICAL DIGGING

ABSTRACT: Mechanized digging of peanuts, for their peculiar characteristics, requires significant care due to the high peanut loss rate. This research objective was to analyze the peanut losses in on mechanized digging as a function of water content of the pods. The experiment was performed in the region of Olímpia, São Paulo state. The site presents clayey soil and the digging was done with a digger 4x2 (four lines x two windrows). We used a completely randomized design evaluating four water contents of the pods at the time of peanut digging (23.6, 29.5, 33.9 and 36.0%), with four replications. The visible and total losses on peanut digging were greater when the digging was performed in higher water contents. The water content most suitable for digging operation was 23.6%. The values analyzed with and without the Chauvenet test were related, because with the elimination of outliers, the values were close to the expected.

KEYWORDS: *Arachis hypogaea* L., harvest losses, agricultural machines.

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), Depto. de Engenharia Rural (UNESP/FCAV), Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal, SP – CEP 14.884-900, rafaelbertonha@gmail.com.

² Professor Livre-Docente, Depto. de Engenharia Rural (UNESP/FCAV), rouverson@fcav.unesp.br, furlani@fcav.unesp.br.

³ Professor Doutor, UEMS/Aquidauana, zemia@uems.br.

⁴ Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), Depto. de Engenharia Rural (UNESP/FCAV), cavichioli2003@hotmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A colheita de amendoim é realizada em duas fases, constituídas pelo arranquio e pelo recolhimento, devido ao fato de a cultura produzir seus frutos abaixo da superfície do solo. O arranquio refere-se à primeira operação para a realização da colheita propriamente dita, após a cultura atingir o ponto ideal de maturação, enquanto que o recolhimento é realizado após um período de secagem em campo (TASSO JÚNIOR et al., 2004).

A determinação do momento de início da colheita do amendoim é fundamental para se atingir a máxima produção. As perdas durante a retirada do amendoim do solo ocorrem devido à interação entre vários fatores relacionados ao cultivo (solo, momento de colheita, clima, sanidade da cultura, condições de desenvolvimento, plantas daninhas, maturação) e ao maquinário (regulagem, manutenção e velocidade) (BRAGACHINI; PEIRETTI, 2008). Essas perdas são inevitáveis, sendo a operação de arranquio mecanizado a que apresenta maiores perdas, devido principalmente ao enfraquecimento do pedúnculo pelo avançado estágio de maturação ou ainda, quando o solo encontra-se muito seco e compactado (ROBERSON, 2009).

Leonel et al. (2007) e Beutler et al. (2008) firmam que valores acima de 2 MPa são limitantes ao desenvolvimento da cultura do amendoim, além de constatarem que a produtividade do amendoim decresceu linearmente com o aumento da compactação. Para Santos et al. (2010) o menor teor de água nas vagens do amendoim facilita o desprendimento da vagem do pedúnculo da planta, aumentando as perdas no arranquio.

No Brasil as perdas encontradas nesta etapa são muito elevadas, variando entre 3,1 a 47,1% da produtividade (MAHL et al., 2009; SANTOS et al., 2010). As perdas visíveis (vagens encontradas sobre o solo) relatadas na bibliografia variam entre 0,7 e 14,8% e as perdas invisíveis (vagens encontradas sob o solo), de 1,9 a 34,1% (SANTOS et al., 2010). Nos Estados Unidos, Lamb et al. (2004) estimaram média de perdas no arranquio de 8 a 40% (nas colheitas mais tardias), enquanto que Rowland et al. (2006) apontam perdas de até 50%. Diante deste elevado índice de perdas, a otimização do projeto dos arrancadores de amendoim pode resultar em maior eficiência operacional, mas ainda assim, é fundamental a determinação de perdas na colheita para a manutenção dessa eficiência (PADMANATHAN et al., 2006; BUTTS et al., 2009).

Diante disso, objetivou-se avaliar o possível efeito do teor de água das vagens sobre as perdas quantitativas no arranquio mecanizado de amendoim.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em março de 2012, na fazenda Santa Isabel, em Olímpia, SP, localizada nas proximidades das coordenadas geodésicas 20° 44' latitude Sul e 48° 54' longitude Oeste, com altitude

média de 495 metros. A região apresenta clima, segundo classificação de Köppen, do tipo Aw (tropical úmido). O solo da área experimental é classificado como ARGISSOLO, textura média e relevo suave ondulado, de acordo com Embrapa (2006). Utilizou-se no experimento a cultivar de amendoim IAC Runner 886, com espaçamento entre linhas de 0,90 m. Para o arranquio do amendoim utilizou-se um arrancador-invertedor 4x2 (4 linhas x 2 leiras), montado e acionado pela tomada de potência (TDP) de um trator 4x2 TDA de 114 kW de potência (156 cv), trabalhando a 540 rpm na TDP, com velocidade média de deslocamento de 4,7 km h⁻¹.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliados quatro teores de água das vagens no momento do arranquio do amendoim (23,6; 29,5; 33,9 e 36,0%), com quatro repetições. Foram coletadas 50 vagens de cada ponto amostral, retiradas logo após a passagem do arrancador-invertedor. As vagens foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e encaminhadas para estufa (BRASIL, 2009). A resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) foi determinada por meio de penetrômetro eletrônico automático modelo PNT-2000/MOTOR, da DLG Automação, sendo executadas 24 leituras até 0,20 m de profundidade, devido ser a profundidade máxima das vagens de amendoim. Todas as aquisições foram realizadas na entrelinha da cultura. Para determinação do teor de água do solo, as amostras foram coletadas em cada parcela com auxílio de um trado manual e cápsulas de alumínio, nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, utilizando-se o método gravimétrico padrão, descrito por Embrapa (1997).

Para determinação das perdas no arranquio e no recolhimento utilizou-se uma armação de 2 m² (1,80 x 1,11 m), pois abrange a largura de trabalho do arrancador. As perdas visíveis no arranquio (PVA) foram determinadas retirando-se cuidadosamente a leira do amendoim, posicionando a armação no local e recolhendo-se as vagens deixadas pelo arrancador-invertedor sobre o solo. As perdas invisíveis no arranquio (PIA) foram determinadas deixando a armação posicionada no mesmo local onde foram avaliadas as perdas visíveis e com o auxílio de um enxadão, recolheu-se todas as vagens sob o solo até a profundidade de 0,15 m dentro da armação, pois as vagens de amendoim se encontram até esta profundidade. As perdas totais no arranquio foram avaliadas somando-se as perdas visíveis com as perdas invisíveis. Para cada teor de água foram retiradas quatro amostras de perdas, em duas linhas da cultura arrancada, espaçadas com distância de 30 m entre cada ponto amostral. Assim, arrancou-se manualmente todas as plantas de amendoim contidas na área da armação de 2 m²; em seguida foram coletadas as vagens que ficaram sobre e sob o solo, até a profundidade de 0,20 m, colocando-as após o peneiramento, em sacos de papel. Todo o material recolhido (vagens + ramas) foi encaminhado para laboratório para determinação da massa e obtenção da produtividade real expresso em kg h⁻¹, transformado para 8% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão utilizando-se o programa computacional Minitab 16[®], sendo realizadas avaliações procurando relacionar as perdas no arranquio com o teor de água das vagens no arranquio (TAVA).

Utilizou-se o diagrama de caixa (*Box Plot*¹) para revelar características importantes, como a dispersão dos dados próximos da média e a presença de dados discrepantes (*outliers*), que uma vez detectados, foram eliminados por meio da aplicação do teste de Chauvenet (Lopes, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade real média para o experimento foi de 1.133,4 kg h⁻¹. Esta baixa produtividade pode ser explicada pela concorrência das plantas invasoras com a cultura do amendoim uma vez que se constatou infestação de plantas invasoras no final do ciclo. O teor médio de água do solo foi de 8,7% e a RMSPP apresentou valores médios de 0,28 MPa para a camada de solo de 0,0-0,10 m e 1,20 MPa para a camada de solo de 0,10-0,20 m. Esses valores não interferem no desenvolvimento da cultura, conforme LEONEL et al. (2007) e BEUTLER et al. (2008).

Na Tabela 1 são apresentados o teor de água nas vagens e as perdas no arranquio. Observa-se que o teor de água médio das vagens, durante o arranquio, foi de 30,7% e os

dados apresentaram indicativos de distribuição normal, uma vez que a média e a mediana encontraram-se relativamente próximas, os coeficientes de curtose e de assimetria (Cs e Ck) mostraram-se próximos a zero e o coeficiente de variação (17,86%), foi considerado médio, segundo classificação de Pimentel Gomes & Garcia (2002). Para confirmação da normalidade dos dados realizou o teste de normalidade de Anderson-Darling (Figura 1), constatando-se que os dados apresentaram distribuição normal, sendo o valor de probabilidade encontrado igual a 0,614.

Tabela 1 - Estatística descritiva para teor de água das vagens no arranquio (TAVA), perdas visíveis no arranquio (PVA), perdas invisíveis no arranquio (PIA) e perdas totais no arranquio (PTA).

Parâmetros	TAVA	PVA	PIA	PTA
	(%)	(kg h ⁻¹)		
Média	30,7	154,2	369,5	523,8
Mediana	31,7	141,0	273,9	449,9
σ	5,5	61,3	302,4	300,3
Amplitude	12,4	250,8	1206,8	1251,5
Mínimo	23,6	74,5	57,9	165,3
Máximo	36,0	325,3	1264,7	1416,8
C.V.(%)	17,86	39,74	81,82	57,33
Cs	-0,75	1,45	2,12	2,03
Ck	-0,72	2,99	4,77	4,86

σ : desvio padrão; C.V.: Coeficiente de Variação; Cs: Coeficiente de assimetria; Ck: Coeficiente de Curtose.

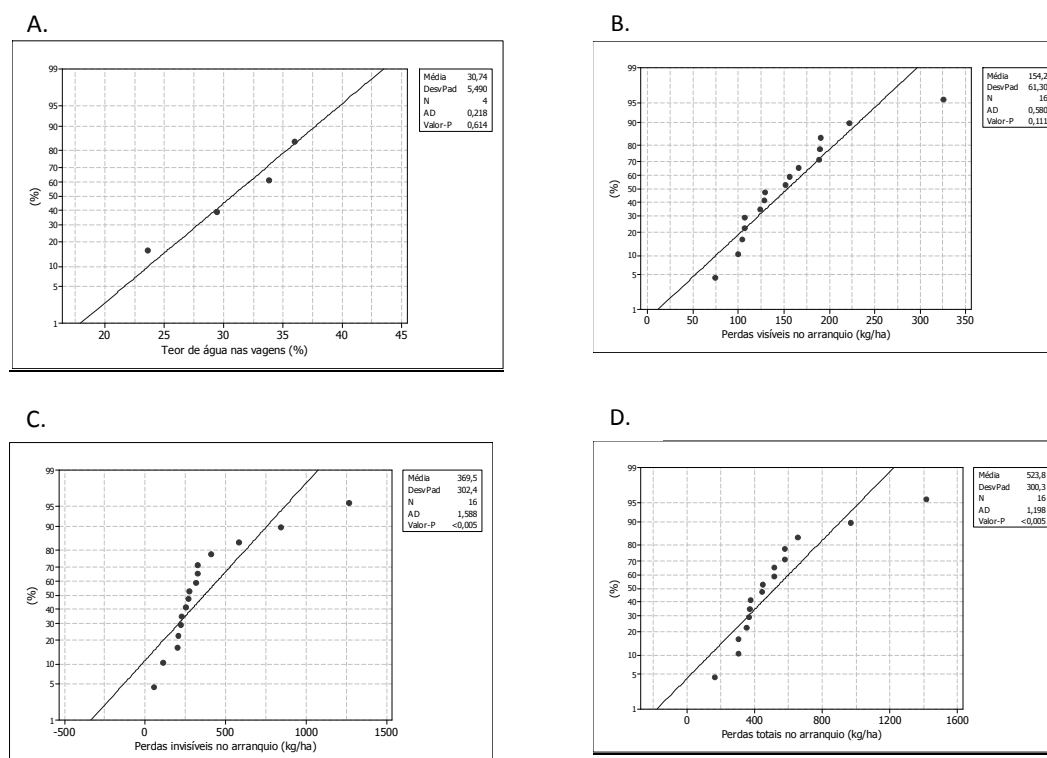


Figura 1 - Teste de normalidade para variáveis no arranquio do amendoim: (A) teor de água das vagens; (B) perdas visíveis; (C) perdas invisíveis e (D) perdas totais.

¹ *Box Plot* (ou diagrama de caixas) é um gráfico cuja análise oferece uma ideia de posição, dispersão, assimetria, curtose e valores discrepantes. Para tanto, utiliza cinco medidas estatísticas: valores mínimo e máximo, mediana e primeiro e terceiro quartil. Neste trabalho a análise por *Box Plot* se limitou à identificação de valores discrepantes (*outliers*).

Observa-se que para as perdas no arranquio pode-se constatar que não houve normalidade nos dados obtidos, o que fica evidenciado pelo teste de Anderson-Darling (Figuras 1B, 1C e 1D) e também pelos parâmetros estatísticos analisados, apresentados na Tabela 1 (alta

amplitude, altos valores dos coeficientes de variação e coeficientes de assimetria e curtose distantes de zero).

A não normalidade se deve à ocorrência de pontos discrepantes (outliers) como pode ser visualizado nas Figuras 2A, 2B e 2C.

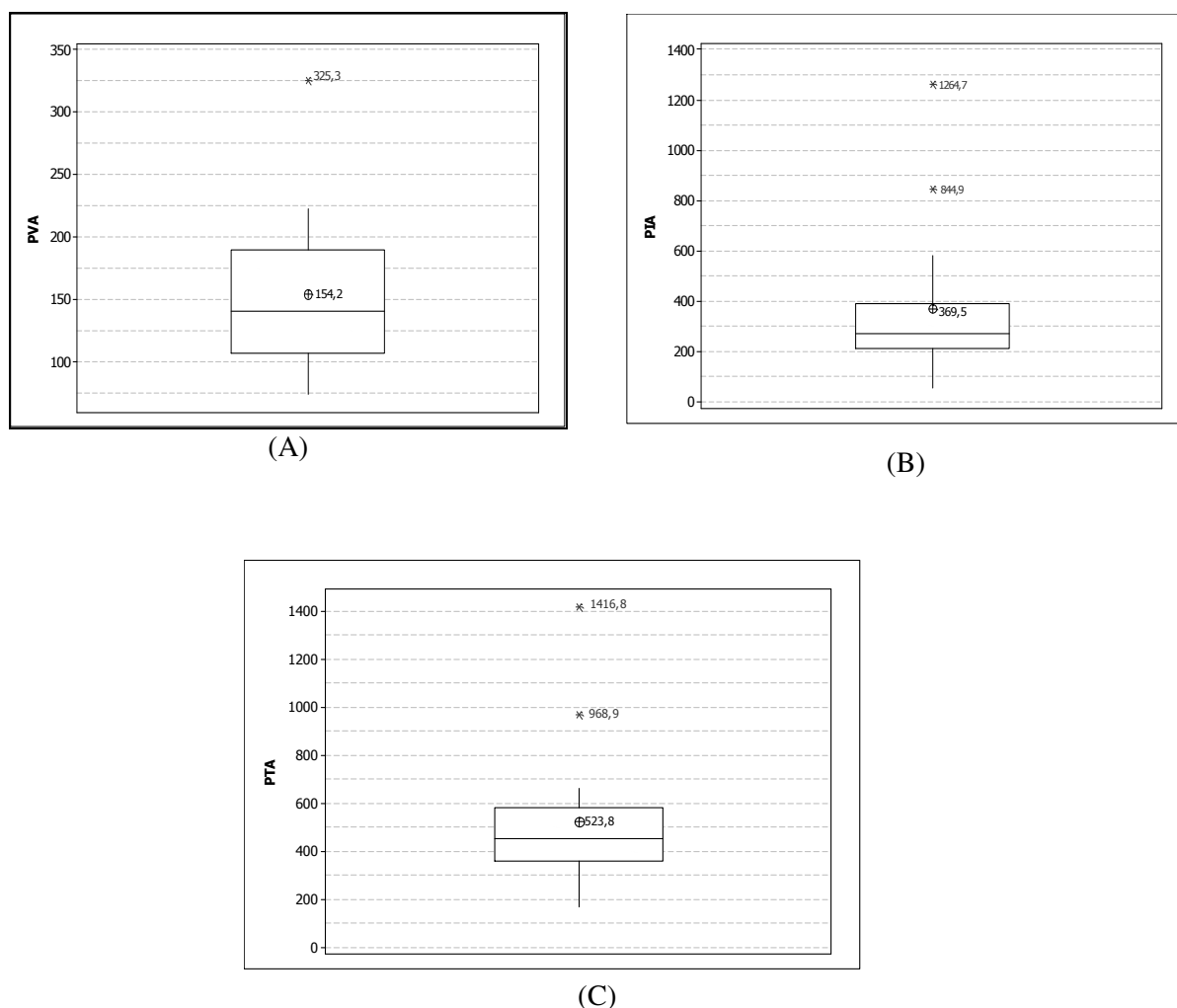


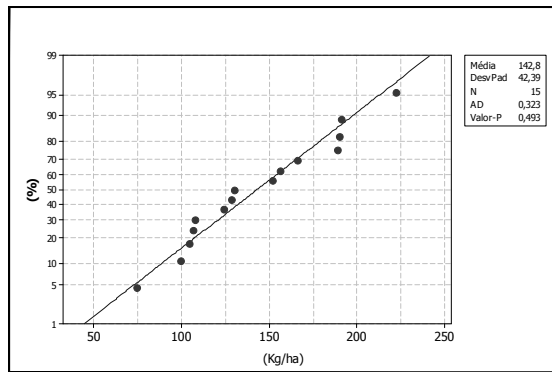
Figura 2 - Diagrama de caixas para variáveis obtidas durante o arranquio: A) perdas visíveis; B) perdas invisíveis; C) perdas totais.

Em virtude da ocorrência de pontos discrepantes, aplicou-se o Teste de Chauvenet para a normalização dos dados, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que, de modo geral, os valores das médias se encontraram próximos às medianas, fato este que aliado aos baixos valores dos coeficientes de curtose e assimetria apontam para a normalidade dos dados, o que foi evidenciado pelo teste de normalidade de Anderson-Darling (Figuras 3A, 3B e 3C). Ressalta-se, entretanto, que esta normalidade só foi obtida após a aplicação do Teste de Chauvenet, uma vez que após a utilização do diagrama de caixas foram constatados pontos discrepantes.

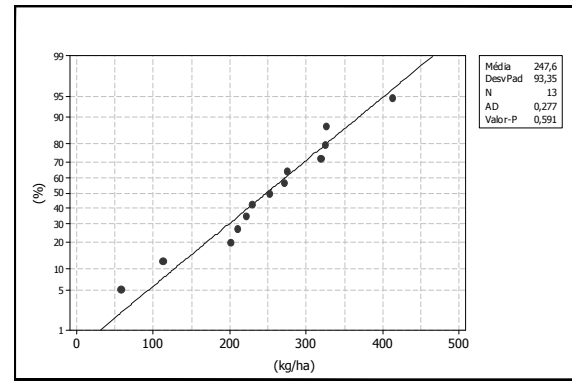
Tabela 2 - Estatística descritiva para perdas visíveis no arranquio (PVA), perdas invisíveis no arranquio (PIA) e perdas totais no arranquio (PTA), após aplicação do Teste de Chauvenet.

Parâmetro	PVA	PIA	PTA
	(kg ha ⁻¹)		
Média	142,8	247,6	428,2
Mediana	129,8	253,1	413,0
σ	42,4	93,4	132,7
Amplitude	148,0	354,7	493,7
Mínimo	74,5	57,9	165,3
Máximo	222,5	412,6	659,1
C.V.(%)	29,68	37,70	30,99
Cs	0,30	-0,44	-0,09
Ck	-0,83	0,57	-0,18

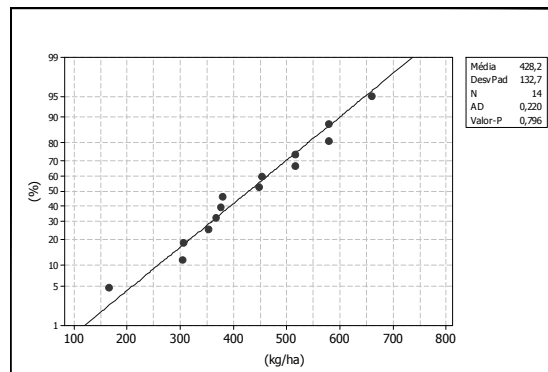
σ : desvio padrão; C.V.: Coeficiente de Variação; Cs: Coeficiente de assimetria; Ck: Coeficiente de Curtose.



(A)



(B)



(C)

Figura 3 - Teste de normalidade para variáveis no arranquio do amendoim, após aplicação do Teste de Chauvenet: A) perdas visíveis; B) perdas invisíveis e C) perdas totais.

Analisando-se a Figura 4, pode-se observar que as perdas visíveis no arranquio foram menores quando o arranquio foi realizado com teor médio de água das vagens de 28,5%, havendo perda de 27,0%. Houve maiores perdas quando o teor de água das vagens elevou-se para 36,0%, aumentando assim as perdas para 44,6%. O valor médio de perdas visíveis foi de 154,2 kg ha⁻¹. O resultado atingiu o esperado estando o teor de água (43%) dentro do padrão recomendado que é de 35 a 45% no momento do arranquio, podendo dessa forma, no intervalo de três a quatro dias após o arranquio, reduzir para valores ao redor de 20%, nas condições climáticas do verão na região de Jaboticabal, facilitando a operação de recolhimento.

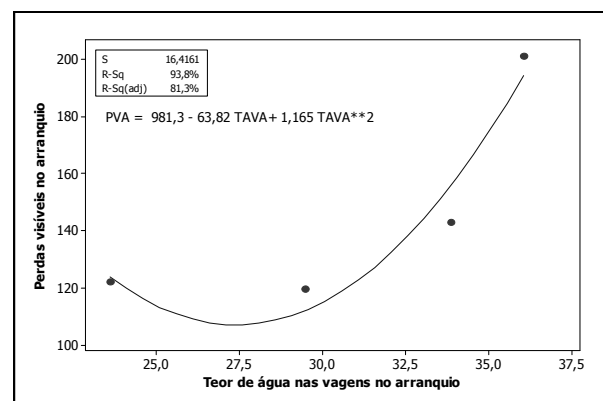


Figura 4 - Estimativa das perdas visíveis no arranquio em função do teor de água das vagens.

As perdas invisíveis no arranquio (Figura 5) foram menores quando a operação foi realizada com teores de água das vagens de (23,6% e 36,0%), sendo que no intervalo desses, houve aumento das perdas, chegando a 412,6 kg ha⁻¹.

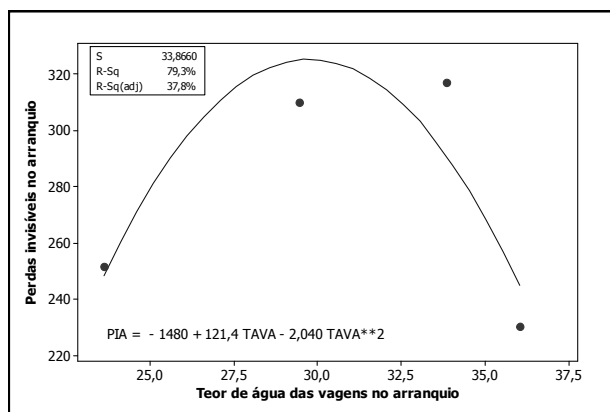


Figura 5 - Estimativa das perdas invisíveis no arranquio em função do teor de água das vagens.

A Figura 6 mostra que as perdas totais no arranquio foram menores quando o arranquio foi realizado com teor médio de água das vagens de 23,6% e que a partir deste teor de água houve aumento linear das perdas até a umidade de 36,0%, onde as perdas chegaram a 472,7 kg h⁻¹. Barrozo (2009) encontrou valores médios de perdas totais no arranquio de amendoim de 1.088 kg ha⁻¹ e 1.377 kg⁻¹ em duas velocidades de deslocamento do arrancador. Comparando-se os valores encontrados pelo autor com os valores do presente trabalho, as velocidades são próximas, porém, os valores de perdas são distantes.

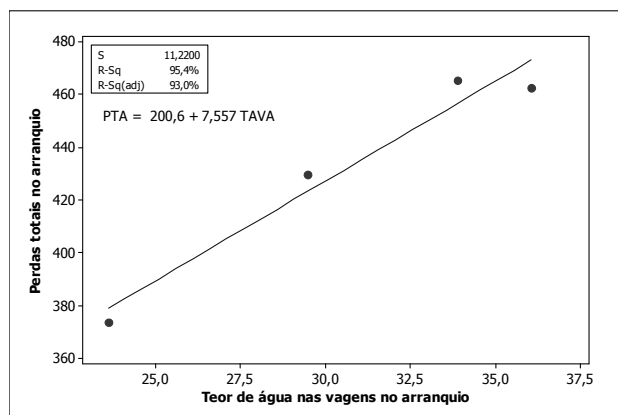


Figura 6 - Estimativa das perdas totais no arranquio em função do teor de água das vagens.

4 CONCLUSÃO

As perdas visíveis e totais são maiores quando realizado o arranquio de amendoim em teores de água mais elevados.

O teor de água adequado para operação de arranquio foi de 23,6%.

Houve relação nos valores analisados com e sem o Teste de Chauvenet, pois com a eliminação dos pontos discrepantes, os valores apresentaram-se próximos do esperado.

5 REFERÊNCIAS

BARROZO, L. M. **Perdas quali-quantitativas na colheita mecanizada de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

BEUTLER, A. N. et al. Densidade do solo relativa e parâmetro "S" como indicadores da qualidade física para culturas anuais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, p. 27-36. 2008.

BRAGACHINI, M.; PEIRETTI, J. M. La eficiencia de cosecha de maní. Córdoba: Precop, 2008. Disponível em:

<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/gacetillas/2008/20080319_mani.asp>. Acesso em: 10 set 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.

BUTTS, C. L. et al. Performance of equipment for in-field shelling of peanut for biodiesel production. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 52, p. 1461-1469. 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

LAMB, M. C. et al. Impact of sprinkler irrigation amount and rotation on peanut yield. **Peanut Science**, Raleigh, v. 31, p. 108-113, 2004.

LEONEL, C. L. et al. Relação da compactação do solo com a cultura do amendoim. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 70-81, 2007.

LOPES, P. A. **Estatística aplicada à análise de resultados de ensaios de proficiência na avaliação de laboratórios**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2003. 20 p.

MAHL, D. et al. Perdas no arranquio mecanizado do amendoim em função da velocidade de deslocamento e espaçamento entre hastas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Petrolina. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2009. 1 CD-ROM.

PADMANATHAN, P. K. et al. Design, development and evaluation of tractor operated groundnut combine harvester. **Journal of Applied Sciences Research**, Ma'an, v. 12, n. 2, p. 1338-1341, 2006.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais:**

exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

ROBERSON, G. T. Planting, harvesting, and curing peanuts. In: JORDAN, D. L. et al. (Org.). **Peanut information 2011**. Raleigh: North Carolina Cooperative Extension Service, 2011. p. 133-149. (Series AG-331).

ROWLAND, D. L. et al. Determination of maturity and degree-day indices and their success in predicting peanut maturity. **Peanut Science**, Raleigh, v. 33, n. 2, p. 125-136, 2006.

SANTOS, R. S. et al. BRS Havana: nova cultivar de amendoim de pele clara. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 8, p. 1337-1339, 2006.

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

TASSO JUNIOR, L. C. **A cultura do amendoim**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 220 p.