

## Melhoramento da drenagem através da técnica de nivelamento por declividade variável em uma área de algodão com o sistema GNSS-RTK\_AGForm-3D

Juan J. Quirós<sup>1</sup>, José M. Agüero<sup>2</sup>, Peterson R. Fiorio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando, Depto. de Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, Piracicaba – SP, Fone: (+55-19) 995524848, juanquiros@usp.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade da Costa Rica, UCR, San José – Costa Rica.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ, Piracicaba – SP.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** As irregularidades na topografia causam problemas na irrigação e drenagem das áreas agrícolas. Este trabalho teve como objetivo analisar em detalhe o microrelevo de uma área de 20 ha localizada na província de Puntarenas na Costa Rica, visando corrigir os problemas de drenagem que afetam o cultivo de algodão (*Gossypium herbaceum*). Para o levantamento do relevo foi utilizado o sistema GNSS-RTK\_AGForm-3D Topcon; onde foram coletados 2.382 pontos de elevação da área. Após a coleta dos dados foram localizadas todas as irregularidades que impediam a drenagem adequada, sendo assim foi planejado o nivelamento da área mediante a metodologia da declividade variável, apresentando um valor menor de movimentação de solo em torno de 665 m<sup>3</sup>/ha quando comparado a metodologia tradicional por declividade fixa. O nivelamento por declividade variável apresentou-se como uma técnica eficaz, melhorando a drenagem bem como aumentando a homogeneidade e a produtividade do cultivo. Assim a utilização do sistema GNSS-RTK\_AGForm-3D Topcon associado a técnica de declividade variável apresentou resultados satisfatório além da diminuição do custo e tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem, Nivelamento, relevo

### Improving the microrelief of a field cultivated with Cotton (*Gossypium herbaceum*) through the implementation of the GNSS-RTK\_AGForm-3D system for variable slope leveling

**ABSTRACT:** Irregularities in the micro-relief may cause problems in irrigation and drainage of agricultural areas. This study analyze in detail the micro-relief in an area of 20 ha located in Puntarenas (Costa Rica), aiming to correct drainage problems who affect the cultivation of cotton (*Gossypium herbaceum*). Topographic survey was done with a GNSS-RTK (Topcon-AGForm3D), collecting 2.382 elevation points. With that data were located all irregularities that prevented proper drainage. The land leveling was designed in order to correct all of these problematic points using the methodology of the variable slope, which results in a smaller amount of solo movement when compared with the traditional leveling by fixed slopes. Results shown a reduction of around 665 m<sup>3</sup>/ha using variable slope.

The land leveling by variable slope is presented as an effective technique, improving drainage and increasing the uniformity and productivity of the crop. Thus, the use of GNSS-RTK (Topcon-AGForm3D) associated with variable slope technique showed satisfactory results beyond the reduction of cost and time.

**KEYWORDS:** Land, Leveling, Drainage

**INTRODUÇÃO:** Em seu estado natural as terras agrícolas apresentam irregularidades no microrelevo que dificultam a drenagem e causam encharcamentos que prejudicam o desenvolvimento e produtividade das culturas. Para o algodão, por exemplo, se identificou uma relação linear significativa entre o encharcamento e perdas na produtividade, especialmente quando este ocorre na etapa de floração (CAO et al., 2012). A fim de evitar perdas de produtividade devido às irregularidades na topografia é necessário nivelar o terreno. O nivelamento de terrenos consiste em modificar o microrelevo original de uma área agrícola visando criar uma declividade uniforme que possa garantir o fluxo constante da água no sentido dos sucos em todo o talhão (KHAN et al., 2007). Por muitos anos o nivelamento de campos agrícolas foi feito unicamente com sistemas laser, os quais modificam a topografia original do terreno até converter o talhão num plano rígido de um ou dois declives (WALKER, 1992), o que é conhecido como declividade fixa (DF). Com a DF geralmente são feitos cortes profundos que em alguns pontos causam a exposição de horizontes pouco férteis (BARBAT 2014), ao tempo que promovem a movimentação de grandes quantidades de solo (>500 m<sup>3</sup>/ha) convertendo-se em uma operação custosa e em muitos casos inviável. Com a metodologia de nivelamento por declividade variável (DV) poderiam ser resolvidos os problemas de drenagem no cultivo, ao mesmo tempo que se podem superar as deficiências da DF. Com a DV, por meio de um sistema GNSS-RTK, são feitos os cortes e aterros só naqueles pontos que apresentam falhas no microrelevo que prejudicam a drenagem do talhão; para isso se realiza um planejamento no qual se define um rango de declives máximo e mínimo admissíveis na direção dos sucos. Este trabalho teve como objetivo analisar em detalhe o microrelevo de uma área de 20 ha localizada na província de Puntarenas na Costa Rica, visando corrigir os problemas de drenagem que afetam o cultivo de algodão (*Gossypium herbaceum*).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado em uma área de 20 ha localizada na província de Puntarenas na Costa Rica (10° 3'38.20"N, e 84°53'48.92"W). A temperatura e precipitação médias são de 27 °C e 1600 mm, respetivamente. Na região predomina a subordem de solos Ustepts (de formação recente e em regímen ústico). O trabalho foi feito em três etapas: (1) levantamento do relevo, (2) planejamento do nivelamento, e (3) execução do planejamento em campo. Para a etapa 1 foi utilizado o sistema GNSS-RTK\_AGForm-3D Topcon, que se compõe de: dois receptores Topcon HiperAG (um como base e o outro como rover), e o *software* AGForm-3D; a precisão do sistema é inferior a 2 cm no plano horizontal (X-Y), e inferior a 3 cm no plano vertical (Z). A base foi colocada num ponto fixo em campo, e o rover sobre um veículo 4x4 dentro do qual se colocou um computador com o *software* AGForm-3D; os pontos foram coletados a cada 5 m em linhas de 20 m, gerando uma densidade de 119 pontos/ha. Para a etapa 2 utilizou-se o modulo de planejamento do AGForm-3D. Para a etapa 3 se utilizou uma base, um receptor GNSS PGA-3, um controlador MC-R3 e uma tela X30 (marca Topcon) que vão instalados num trator equipado com uma raspadeira; estas partes são responsáveis do controle automático do sistema hidráulico do trator durante a operação de nivelamento (Figura 1).

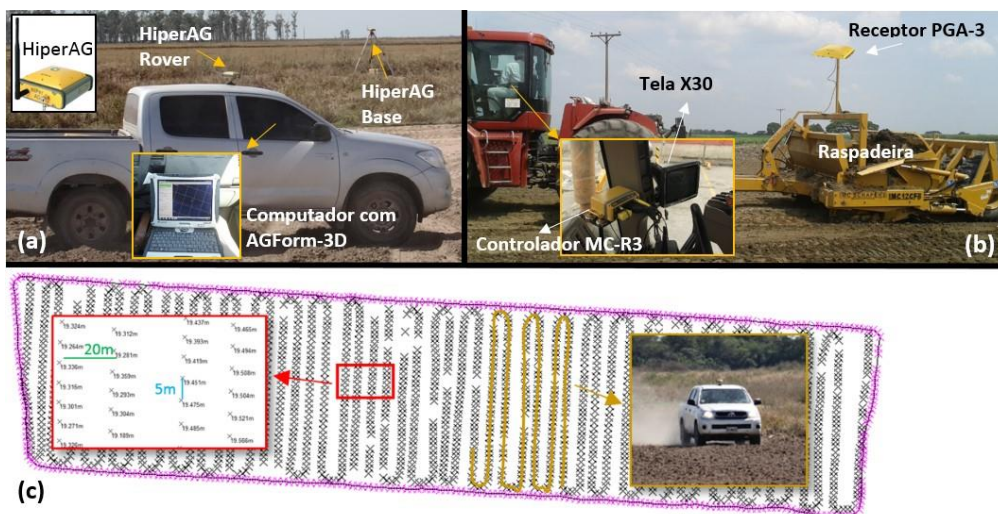


FIGURA 1. (a) Equipamento utilizado nas etapas 1 e 2 (levantamento do relevo e planejamento); (b) equipamento utilizado na etapa 3 (execução); e (c) padrão de coleta de dados em campo.

Foi gerado com o *software* AGForm-3D o planejamento do nivelamento por DV, para o qual utilizaram-se os seguintes parâmetros: direção do declive 273,50°; magnitude máxima e mínima do declive na direção dos sucos de 0,80 e 0,15% respectivamente; e relação corte-aterro de 1,20. No mesmo *software* foram feitos os cálculos para o nivelamento por DF, para o qual utilizaram-se os seguintes parâmetros: direção do declive de 273,50°; magnitude do declive na direção dos sucos de 0,25 %; e relação corte-aterro de 1,20. No campo executou-se unicamente o planejamento por DV, e os dados do planejamento por DF foram utilizados apenas para sua comparação com a DV.

O arquivo do planejamento que foi gerado no computador com AGForm-3D segundo os parâmetros descritos acima foi carregado na tela X30 do trator por meio de um dispositivo *USB*. O sistema instalado no trator permitiu a execução do planejamento em campo, o qual subia ou abaixava automaticamente a raspadeira acoplada ao trator obedecendo os critérios definidos no plano para cortar ou aterrar o microrelevo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 2 apresenta as curvas de nível e o mapa de declives do terreno, obtidas com o levantamento do relevo (etapa 1) feito com o AGForm-3D nas 20 ha do talhão de estudo.

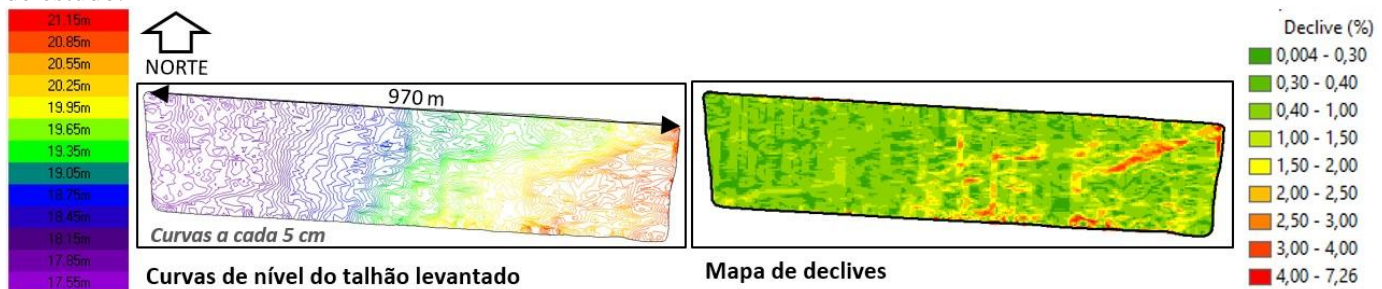


FIGURA 2. Curvas de nível a cada 5 cm e mapa de declives obtidos com o levantamento do relevo feito com o AGForm-3D nas 20 ha do talhão de estudo.

O relevo desce aproximadamente 3 m em uma distância de 970 m na direção Leste-Oeste. O declive geral é de 0.30 %, no entanto ao longo do terreno são observados pontos de maior ou menor declive representados com cores verde escuro, amarelo e vermelho no mapa de declives (Figura 2).

A Figura 3 apresenta os resultados da análise do microrelevo do talhão, assim como as superfícies do plano de nivelamento por DV e DF com seus respectivos valores de movimentação de solo.

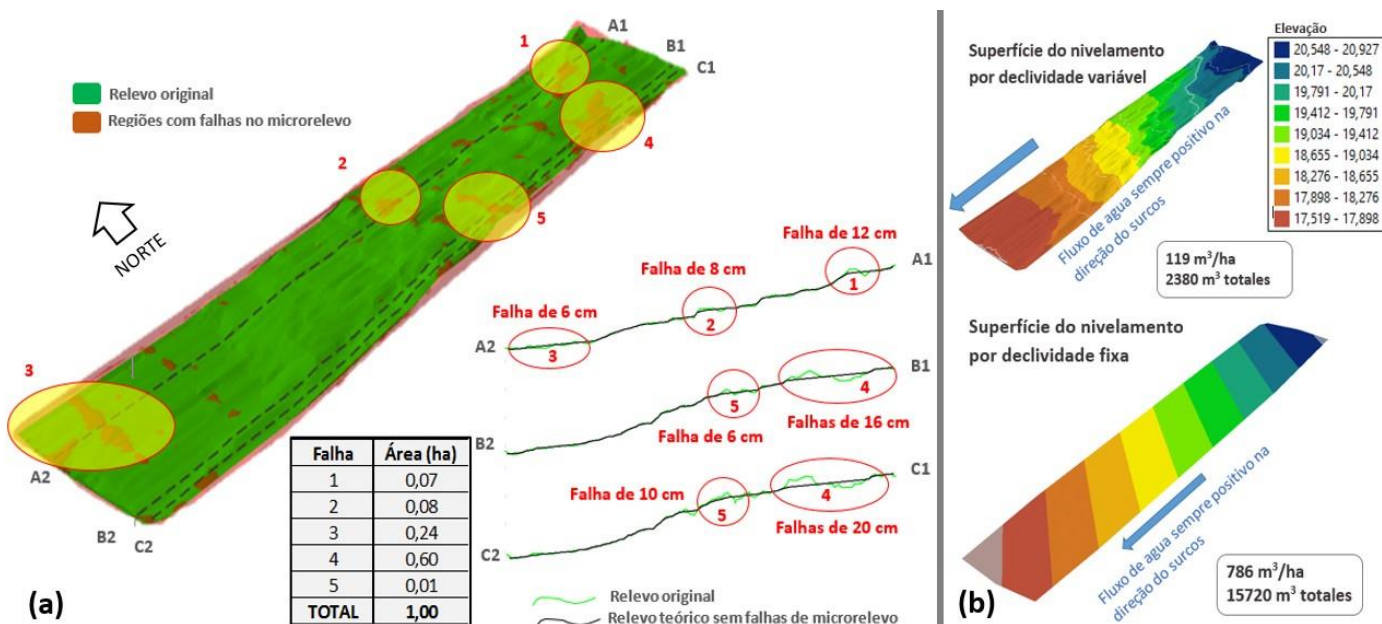


FIGURA 3. (a) Superfície 3D da topografia original do terreno, e as falhas encontradas em seu microrelevo; (b) superfícies de nivelamento por DV e DF, com seus respectivos valores de movimentação de solo.

O excesso de água no solo provoca alterações fisiológicas nas plantas que ocasionam a diminuição do número e tamanho das folhas (área foliar), repercutindo na diminuição da fotossíntese. Tudo isso leva a diminuição de crescimento e produtividade da planta, ou até sua morte dependendo da severidade do caso (WANG et al., 1997). CAO et al. (2012) estudaram o efeito do excesso de água em um campo de algodão, e acharam uma relação negativa entre o grau de encharcamento e a produtividade.

No talhão do estudo foram determinados 5 pontos com falhas no microrelevo onde se produziam encharcamentos e conseqüentemente problemas no crescimento do cultivo, totalizando uma área de 1 ha (5 %) com problema de drenagem. A maioria das falhas do microrelevo foram devidas a micro-depressões e micro-elevações de 6 a 20 cm, o que significa que não é necessário realizar cortes ou aterros maiores a esses valores (Figura 3a).

Para corrigir as falhas pela metodologia da DF seria necessária uma movimentação do solo de 784 m<sup>3</sup>/ha, com cortes e aterros de até 64 e 52 cm respectivamente (Figura 3b). Esta movimentação nesta magnitude ocasionaria a exposição de camadas de solo pouco férteis, que posteriormente refletiriam em manchas de cultivo com menor crescimento e produtividade (BARBAT 2014).

Em contraste com o anterior, no planejamento por DV são definidos os declives máximo e mínimo admissíveis dentro do talhão, cortando ou aterrando apenas aqueles pontos que estejam fora desses limites. Com esta técnica o movimento de terra decresceu a 119 m<sup>3</sup>/ha, além disso, a profundidade dos cortes e aterros reduziram-se a 6 e 12 cm respectivamente. Esta sistematização do relevo garantiu um melhor fluxo da água no sentido dos sucos.

Analisando em termos financeiros, o DV apresenta uma melhor eficiência econômica. Sendo que o custo da operação é de 10 R\$/m<sup>3</sup>, o custo por hectare do nivelamento por DF seria de 7.860 R\$/ha (157.200 R\$ em total); em quanto o custo da operação por DV é de 1.190 R\$/ha (23.800 R\$ em total). Assim, com o nivelamento por DV são economizados ao redor de 6,670 R\$/ha, ou 133.400 R\$/ no total.

Com esses valores se garante uma operação efetiva com um baixo custo obtendo-se como resultado o aumento na área efetiva e homogeneidade do cultivo, o que repercute também em uma maior produtividade. A porcentagem de aumento da produtividade vai ser proporcional ao aumento da área efetiva do cultivo.

**CONCLUSÕES:** O nivelamento por DV é uma técnica eficaz para melhorar a drenagem no cultivo e assim aumentar a sua homogeneidade e produtividade, sem ocasionar perturbações às condições originais do solo.

Sistema GNSS-RTK\_AGForm-3D Topcon associado a técnica de DV apresentou resultados satisfatórios em torno à diminuição do custo e tempo na operação de nivelamento, quando comparada com a técnica tradicional de nivelamento por DF.

**AGRADECIMENTOS:** se agradece às empresas costarriquenhas AgriCien e DPL Semillas pela sua colaboração que fez possível este estudo.

## REFERÊNCIAS

BARBAT, J. M. T., L.C.; REICHARDT, K.; PAULETTO, E.A. Impacts of land leveling on lowland soil physical properties. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 38, n. 1, p. 315-326, 2014.

CAO, G. W., X.; LIU, Y.; LUO, W. Effect of Water Logging Stress on Cotton Leaf Area Index and Yield. Procedia Engineering. v. 28, p. 202-209, 2012.

KHAN, F. K., S.U.; SARIR M.S.; KHATTAK R.A. Effect of land leveling on some physico-chemical properties of soil in district DIR lower. Sarhad Journal of Agriculture. v. 23, n. 1, p. 107-114, 2007.

WALKER W.R. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. FAO: Irrigation and Drainage. Paper n. 45, 1992.

WANG, W.; LOWER, W.; GORSUCH, J. W.; HUGHES, J. "Plants for environmental studies." CRC Press, 1997.