

ZONEAMENTO DO DESEMPENHO DO SAFRA DE CAUVE-FLOR NA CHACARA LOS UACOS, BASEADO NA CORRELAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE DIFERENTES VARIÁVEIS DO SOLO E DA PLANTA

PAULA SOLARTE-BLONDON¹

¹ *Msc Agricultral Engineering Student, Universidad Nacional de Colombia, +(57) 3138261015, pasolardeb@unal.edu.co*

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Em tempos de alto crescimento populacional, onde a segurança de alimentos crus, o rendimento de culturas agrícolas tornou-se um assunto de extrema importância. Sob esta premissa, nos últimos anos, tem havido a idéia de identificar as várias áreas em que podem ser divididos uma safra de acordo com as variáveis do estudo, a fim de demonstrar a variabilidade espacial e diferenciar cada uma destas áreas, buscando aumentar tanto quanto possível a realização de uma determinada safra. É por esta razão que a ciência como agricultura de precisão tornou-se uma ferramenta importante no campo da engenharia agrícola, uma vez que, por meio de processos de geoestatística é possível estimar que o zoneamento. É importante notar que, embora a agricultura de precisão é uma ferramenta que é comumente aplicado ao solo com grandes áreas, é igualmente aplicável a pequenas safras, como lidar com este trabalho. Para os fins desta análise, a colheita de couve-flor localizado na Uacos da fazenda no município de Cota, Cundinamarca, a foi considerado; onde com base numa análise multivariada que ambas as variáveis consideradas plantas (diâmetro das pastilhas e altura) como variáveis do solo (humidade, resistência à penetração e da profundidade atingida por penetrometria) e geo-processamento de dados, foi obtido como um zoneamento colheita resultado, com base no mapa de desempenho. paper. For the purposes of the present analysis, we considered a crop of cauliflower located in the farm Los Uacos, in the municipality of Cota, Cundinamarca; where, through a multivariate analysis that considered both plant variables (pella diameter and height), soil variables (percentage of moisture, resistance to penetration and depth reached by the penetrometer) and geoprocessing of the data, a zoning of the crop was obtained, based on the yield map.

PALAVRAS-CHAVE: Zoneamento, Estatística multivariada, couve-flor.

YIELD ZONING OF CAULIFLOWER CROP IN THE UACOS' FARM, BASED ON THE STATISTICAL CORRELATION BETWEEN MULTIPLE SOIL AND PLANT VARIABLES.

ABSTRACT: In times of high population growth, where food security prevails, the yield of agricultural crops has become a matter of high importance. Under this premise, during the last years, the idea of identifying the different areas/zones in which a terrain can be divided - depending on the study variables - in order to show spatial variability and differentiate each one of these zones, seeking to increase as much as possible the yield of a given crop, has been gaining strength. It is for this reason that sciences such as precision agriculture have become an important tool in the field of agricultural engineering, since, through the use of geostatistical processes, it is possible to estimate such zoning. For both large and small crops, such as the one discussed in this paper. For the purposes of the present analysis, we considered a crop of cauliflower located in the farm Los Uacos, in the municipality of Cota,

Cundinamarca; where, through a multivariate analysis that considered both plant variables (lump diameter and height), soil variables (percentage of moisture, resistance to penetration and depth reached by the penetrometer) and geoprocessing of the data, a zoning of the crop was obtained, based on the yield map.

KEYWORDS: Zoning, Multivariate statistics, cauliflower.

INTRODUÇÃO

O município de Cota, no departamento de Cundinamarca, Colômbia é 2566 acima do nível do mar com uma temperatura média de 14 ° C, a agricultura é as principais atividades econômicas (site oficial do município de Cota): Este município é um dos maiores produtores De legumes. [5]

A couve-flor, da família crucifera, é uma planta herbácea, crescida como ciclos anuais e semi-anuais, é altamente nutritiva por causa de seu alto teor de enxofre, responsável por alto teor de antioxidantes também. A família Cruciferous tem alturas de planta entre 50 e 70 cm, a raiz pode variar de 45 e 60 cm, poderia ser uma raiz de torneira ou raízes grossas que atuam como bulbos, que se torna um sistema radicular. O caule mede 10 cm, o comprimento das folhas pode atingir entre 40 e 50 cm, ea largura de 20 cm, as folhas têm uma fina camada de cera, o núcleo atinge um diâmetro entre 15 e 30 cm. [5]

Geralmente, os crucíferos preferem solos bem drenados, profundamente bastante, com um índice elevado da matéria orgânica. A couve-flor é uma planta muito sensível a inundações, os solos devem ter um pH entre 5,5 e 6,2. É importante estudar a compactação do solo devido ao potencial de inundação no solo.

O objetivo da análise multivariada é analisar simultaneamente conjuntos de dados multivariados com muitas variáveis medidas para um assunto e simplificar para entender melhor todo o conjunto de dados. Além disso, pode ser para representar realidade bastante próxima através de mapas, dependendo da correlação entre as variáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

A prática está localizada na fazenda Los Uacos, no município de Cota, Cundinamarca, o terreno estudado é colheita da couve-flor (figura 1). As mudas estudadas foram plantadas na mesma jornada, assim supostamente cresceram foram homogêneas no terreno. As linhas de sulcos para cultivo de couve-flor são estabelecidas com uma distância de 50 cm, a distância de semeadura é de cerca de 50 cm, esta disposição gerar uma grade.

Na primeira visita ao local, observou-se desigualdade em relação à altura da planta e ao diâmetro da protuberância. Quando a variabilidade é observada é conseqüente para realizar medidas para encontrar as causas. Foi georreferenciado o lote de terra onde foi criada a couve-flor, com um GPS integrado num telemóvel, com um erro aproximado entre 2 e 5 metros. Avaliou-se a resistência à penetração, com o objectivo de se determinado a compactação do solo inibir bom rendimento da safra, por causa do potencial de encharcamento do solo que afecta a colheita da couve-flor.

amostragem aleatória simples foi feita no âmbito da definição de [1], definida como o método através do qual os elementos são seleccionados a partir de uma população formada por elementos de n, de tal maneira que todas as amostras possíveis têm a mesma probabilidade de ser seleccionado.

Variáveis da planta foram recolhidas a partir da cultura como couve-flor, diâmetro de Pella e alta da planta, na mesma maneira como as variáveis do solo como a humidade do solo,

a resistência à penetração e de profundidade de penetração. Vinte e nove dados foram obtidos, correspondendo ao desenho da amostra.

Penetrómetro de Eijkelkamp é um dispositivo digital que mede a pressão necessária para fazer um buraco no solo, também é capaz de georreferenciar dados (GPS incorporada com um erro de 2 m) e medidas de humidade do solo em base húmida [% BH]. A resistência da penetração é obtida para exercer uma pressão efectiva sobre o dispositivo com a porpusa de obter profundamente o suficiente o elemento afunilado no solo. Durante o percurso do elemento afunilado profundamente no solo, o dispositivo regista a pressão a que foi submetido para avançar. O equipamento requer a informação do diâmetro do cone, seu ângulo de inclinação e velocidade de penetração. Foi utilizado um cone com 3,3 cm², 60 ° e 2 cm / s para a velocidade, a pressão foi registrada em MPa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta de dados obtida, foi realizada uma análise estatística para determinar a variabilidade de cada uma das variáveis propostas, utilizando-se o coeficiente de variação como diretriz para determinar se há ou não variabilidade



Figure 1. Preliminary zoning based on observation.

Table 1. Statistical data by software SPSS

		Estadísticos				
		Pressure [MPa]	Depth [cm]	Moisture [%]	Plant high [cm]	Lump diameter [cm]
N	Valid	29	29	29	29	29
	Losted	0	0	0	0	0
Media		.4128	16.414	16.83	64.86	29.00
Median		.4000	17.000	17.00	65.00	29.00
Desv. típ.		.10467	4.6715	3.413	3.805	5.843
Variance		.011	21.823	11.648	14.480	34.143
Asymmetry		.253	-.959	-.045	.089	.141
Error típ. de asymmetry		.434	.434	.434	.434	.434
Curtosis		.739	1.542	-.748	-1.076	-1.076
Error típ. de curtosis		.845	.845	.845	.845	.845
Rank		.46	20.0	13	12	20
Mínimum		.19	4.0	11	59	20
Máximum		.65	24.0	24	71	40
Percentiles	25	.3600	14.000	13.50	61.50	23.50
	50	.4000	17.000	17.00	65.00	29.00
	75	.4550	19.000	19.50	68.00	34.00

A variação é conhecida como medida de dispersão ou medida de variabilidade, o maior valor desta medida tem maior variabilidade, também o desvio padrão é importante porque se sabe até que ponto os dados da média e é possível saber se as medidas tomadas se afastam de "normalidade". Uma alta variabilidade é dada se o coeficiente de variação [cv] (desvio padrão / média * 100) for menor que 12%, uma variabilidade moderada se o cv estiver em uma faixa entre 12 e 60% e uma alta variabilidade é representada com um Cv maior que 60%.

A pressão média exercida no solo é de 0,4128 MPa, com um desvio padrão de 0,10467. A pressão oscila entre 0,65 MPa e 0,19 MPa. O intervalo interquartil é 0,095 e a classificação é 0,46. O coeficiente de assimetria indica que a distribuição de pressão é assimétrica à esquerda, como pode ser visto no histograma. Quanto à curtose, é leptocúrtico. Estes valores, juntamente com o cv de 25,4%, indicam variabilidade moderada.

A profundidade média é 16,414 cm, com um desvio padrão de 4,6715. A profundidade oscila entre 24 cm e 4 cm. O intervalo interquartil é 5 e o grau é 20. O coeficiente de assimetria indica que a distribuição de pressão é assimétrica à direita, como pode ser visto no histograma. Quanto à curtose, é leptocúrtico. Estes valores, juntamente com o cv de 28,4%, indicam variabilidade moderada.

A percentagem média de umidade é de 16,83%, com um desvio padrão de 3,413. A percentagem de variações de umidade entre 24 y 11%. A variação interquartil é 6 e a classificação é 13. O coeficiente de assimetria indica que a percentagem de distribuição de umidade é assimétrica à esquerda, como pode ser visto no histograma. Quanto à curtose, é platikúrtico. Estes valores, juntamente com o cv de 20,3%, indicam variabilidade moderada.

A média da planta é de 64,86 cm, com desvio padrão de 3,805. A planta alta oscila entre 71 cm a 59 cm. A variação interquartil é de 6,5 e a classificação é 12. O coeficiente de assimetria indica que a distribuição da planta é assimétrica à direita, como pode ser visto no histograma. Quanto à curtose, é platikúrtico. Estes valores em conjunto com o cv de 5,9% indicam baixa variabilidade.

O diâmetro médio do nódulo é de 29 cm, com um desvio padrão de 5,843. O diâmetro da protuberância oscila entre 40 cm e 20 cm. O intervalo interquartil é 10,5 e o rango es de 20. O coeficiente de assimetria indica que o diâmetro da distribuição de caroço é assimétrico à direita, como pode ser visto no histograma. Quanto à curtose, é platikúrtico. Estes valores em conjunto com o cv de 20,1% indicam variabilidade moderada.

Verificou-se que todas as variáveis apresentam variabilidade moderada, exceto a altura da planta. Verificou-se que na couve-flor, localizada na fazenda Los Uacos, há uma presença de variabilidade.

Para analisar a variabilidade do diâmetro do caroço e da altura da planta, a variabilidade também foi analisada estatisticamente. Para realizar uma análise de variância (ANOVA) deve ser independente das observações, o erro deve ter uma distribuição normal nos resíduos, (em outras palavras, refere-se a cada dado menos a média), deve ter variâncias iguais. A independência é conseguida porque foram tomadas medidas de diferentes plantas escolhidas aleatoriamente. Realizamos o teste de Shapiro-Wilk para encontrar que uma distribuição normal é seguida, tendo uma hipótese nula "há uma distribuição normal" e rejeitando a hipótese se o valor de significância $p < 0,05$, então descobrir que as variâncias são as mesmas. Um teste de Bartlett é feito. A hipótese nula é que as variâncias são iguais.

Encontrou-se evidência estatística suficiente para verificar se há diferenças significativas no diâmetro do caroço que chega à couve-flor, dependendo da área onde se encontra a planta, bem como da altura da planta, o que evidencia a presença de variabilidade especial na região. Couve-flor da fazenda Uacos no município de Cota.

O teste de normalidade para uma amostra menor de 50 dados deve ser Shapiro-Wilk, a hipótese nula diz que a distribuição corresponde a uma normal. Estamos trabalhando com um

intervalo de confiança de 95%, o alfa é 0,05 que é com quem o "Sig". Do teste de normalidade de Shapiro-Wilk é comparado, então se Sig > 0,05 os dados vêm de uma distribuição normal [2]

Table 2. Shapiro Wilk test for the five studied variables by software SPSS..

	Shapiro-Wilk		
	Statistical	gl	Sig.
Pressure [MPa]	.934	29	.069
Depth [cm]	.916	29	.024
Moisture [%]	.959	29	.308
Plant high [cm]	.943	29	.121
Diameter lump [cm]	.955	29	.250

Verificou-se através do teste de Shapiro-Wilk que todas as variáveis correspondem a uma distribuição normal. Para encontrar as correlações possíveis, utilizou-se o método de Pearson; Utilizado quando os dados provêm de uma distribuição normal.

Table 3. Pearson correlations by software SPSS

		Correlaciones				
		Pressure [MPa]	Depth [cm]	Moisture [%]	Plant high [cm]	Diametre lump [cm]
Pressure [MPa]	Pearson correlation	1	-.070	-.028	-.173	-.152
	Sig. (bilateral)		.720	.887	.370	.430
	N	29	29	29	29	29
Depth [cm]	Pearson correlation	-.070	1	-.110	-.117	-.098
	Sig. (bilateral)	.720		.571	.545	.613
	N	29	29	29	29	29
Moisture [%]	Pearson correlation	-.028	-.110	1	.444*	.383*
	Sig. (bilateral)	.887	.571		.016	.040
	N	29	29	29	29	29
Plant high [cm]	Pearson correlation	-.173	-.117	.444*	1	.750**
	Sig. (bilateral)	.370	.545	.016		.000
	N	29	29	29	29	29
Diametre lump [cm]	Pearson correlation	-.152	-.098	.383*	.750**	1
	Sig. (bilateral)	.430	.613	.040	.000	
	N	29	29	29	29	29

*. Correlation is significant to the level 0,05 (bilateral).

** . Correlation is significant to the level 0,01 (bilateral).

A maior correlação positiva é encontrada entre o diâmetro do pella ea altura da planta, seguida pela correlação significativa entre a porcentagem de umidade ea altura da planta, indicando que o recurso hídrico é importante para que a planta cresça e possa realizar O processo de fotossíntese, a última correlação positiva ocorreu entre o diâmetro do grânulo eo percentual de umidade, encontrou a importância para a água na cultura.

Table 4. Test for the aplicability of factorial analysis: KMO test and sphericity of Bartlett test

Measurement of simple adequacy of Kaiser-Meyer-Olkin.		.633
Chi-cuadrado aproximated		28.422
Sphericity Bartlett test	gl	10
	Sig.	.002

Sabendo-se que há uma correlação entre as variáveis, é feito um teste de KMO, que correlaciona os coeficientes de correlação observados entre as variáveis. Obteve-se um valor de 0,633; O que implica que a correlação entre as variáveis é baixa. O teste de esfericidade de Bartlett avalia a aplicabilidade da análise fatorial das variáveis estudadas, para as quais foi obtido um valor de 0,002, o que aceita a hipótese nula de aplicabilidade da análise fatorial.

Uma análise de componentes principais (PCA) é, portanto, realizada.

Table 5. Component matrices by software SPSS

Matriz de componentes^a

	Component	
	1	2
Pressure [MPa]	-.257	.731
Depth [cm]	-.217	-.715
Moisture [%]	.672	.185
Plant high [cm]	.900	-.046
Diameter lump [cm]	.873	-.058

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 2 componentes extraídos

Matriz de componentes rotados^a

	Component	
	1	2
Pressure [MPa]	-.233	.739
Depth [cm]	-.241	-.707
Moisture [%]	.678	.163
Plant high [cm]	.898	-.076
Diameter lump [cm]	.871	-.087

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Foi realizado um PCA, que identificou os componentes de maior peso neste estudo, o que sugere dois componentes que explicam 64,426% da variância. A primeira explica 42,721% da variância, sugerindo o rendimento da cultura da planta, dependendo das variáveis: Humidade, altura e diâmetro, ea segunda 21,704% da variância, sugerindo compactação do solo, composta pelas variáveis: profundidade a Que o solo é perfurado e resistência à penetração do solo.

No PCA, um novo conjunto de variáveis é definido, uma combinação linear dos componentes ou fatores. Agora podemos considerar novos eixos que representam a nuvem de pontos que formam as variáveis originais. Assim, a projeção da nuvem pontual nos componentes serve para interpretar a relação entre as diferentes variáveis. Para a matriz de componentes girados existem também dois componentes principais, sendo o primeiro dado por {humidade, altura e diâmetro} e o segundo pela {profundidade de perfuração do solo e resistência à penetração do solo}.

Quando o PCA é executado, é gerado um escore fatorial para cada ponto analisado, que representa o peso estatístico representado por um ponto na análise, com o qual os mapas de desempenho do desenvolvimento da planta da planta são realizados de acordo com as variáveis: umidade, Altura e diâmetro e o mapa de compactação do solo, composto pelas variáveis: profundidade de perfuração do solo e resistência à penetração do solo. Isso é feito com o software SIG licenciado no computador da universidade ea ferramenta de análise de componentes principais de acordo com o "fator de pontuação".

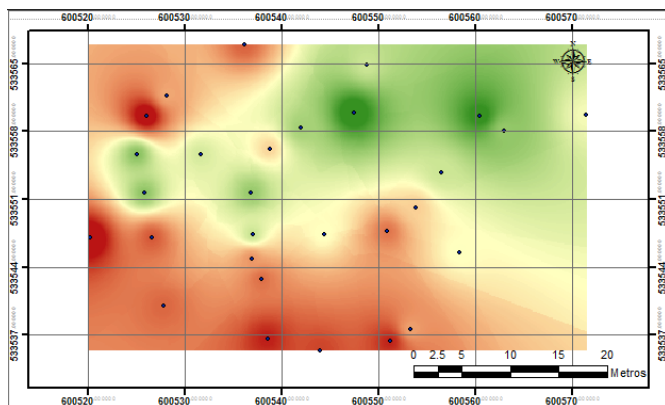


Figure 2. Yield map for cauliflower crop in the farm Los Uacos

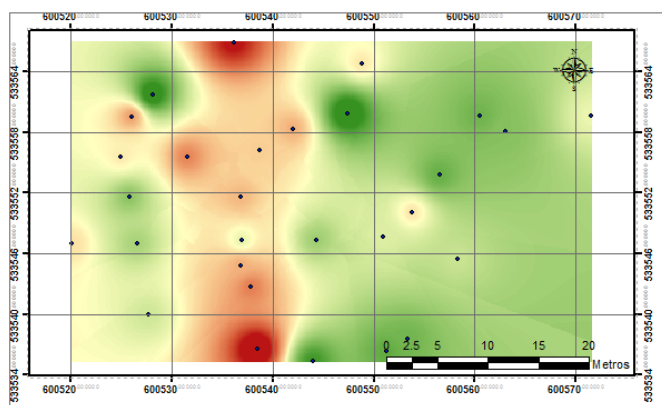
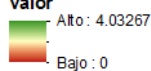


Figure 3. Compaction soil map for cauliflower crop in the farm Los Uacos

Leyenda

ACP

Valor



De acordo com os mapas encontrados, a compactação do solo afeta o baixo rendimento da couve-flor em alguma área, mas não é a principal limitação. É importante analisar mais variáveis relacionadas ao solo para entender o que causa a diminuição do desempenho nas áreas representadas com o vermelho.

Estes mapas reforçam a idéia de que a agricultura de precisão é uma poderosa ferramenta para a tomada de decisões.

CONCLUSÕES

Verificou-se que todas as variáveis apresentam variabilidade moderada, exceto a altura da planta. Verificou-se que na couve-flor, localizada na fazenda Los Uacos, há uma presença de variabilidade.

De acordo com a análise multivariada apresentada, foram demonstrados dois componentes principais, relacionados ao rendimento da cultura da planta, dependendo das variáveis: umidade, altura e diâmetro e mapa de compactação do solo, dependendo das variáveis Profundidade em que O solo é perfurado e a resistência à penetração do solo.

Existem duas áreas de desempenho: uma de alto desempenho e outra de baixo desempenho. Bem como uma zona de compactação bem marcada no lote.

De acordo com os mapas encontrados, a compactação do solo afeta o baixo rendimento da couve-flor em alguma área, mas não é a principal limitação. É importante

analisar mais variáveis relacionadas ao solo para entender o que causa a diminuição do desempenho nas áreas representadas com o vermelho.

Os mapas reforçam a ideia de que a agricultura de precisão é uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões, mesmo em pequenas fazendas.

AGRADECIMENTOS

Estou particularmente grata pelo apoio acadêmico e financeiro del Área Curricular de Engenharia civil y Agrícola, Departamento de Engenharia, Vice-reitora de Investigación y extensión y Bem-estar universitario de Sede y Facultad de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

REFERÊNCIAS

- [1] Cochran, W. (1963). *Sampling Techniques* (2ª ed.). New York, NY, EE.UU.: John Wiley & Sons.
- [2] Fernández, R. *et al* (2010). *Experimentación en agricultura* (1ª Ed). Sevilla, España: Junta de Andalucía: Consejería de agricultura y pesca.
- [3] Grupo de petrología aplicada. *Practica 4 Análisis multivariante con SPSS: Matriz de correlación y regresión lineal*. Universidad de Alicante. 2011
- [4] Grupo de petrología aplicada. *Practica 5 Análisis multivariante con SPSS: Reducción de datos, análisis de componentes principales y factorial*. Universidad de Alicante. 2011
- [5] Jaramillo, J. *et al* (2006). *El cultivo de las crucíferas: Brócoli, Coliflor, Repollo, Col chinna*. Manual técnico 20. CORPOICA, Centro de investigación la Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia.
- [6] Scheaffer, R., Mendenhall, W., Ott, Lyman. (1986). *Elementary Survey Sampling* (3a ed.). Boston, MA, EE.UU.: PWS Publishers.
- [7] Thompson, S.K. (2002). *Sampling* (2ª ed.). New York, NY, EE.UU.: John Wiley & Sons.