

VARIABILIDADE ESPACIAL DE COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) NO RIO GRANDE DO SUL¹

Spacial variability of components of corn (*Zea mays* L.) production in South of Brazil

Tatiane Bernardon²
Adroaldo Dias Robaina³
Marcelo Calgaro⁴
Márcia Xavier Peiter⁵

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade espacial dos componentes da produção do híbrido de milho superprecoce P32R21, para verificar a homogeneidade de uma área cultivada e irrigada com Pivô Central. O experimento realizou-se na safra 2003/2004, em uma lavoura de 55 hectares, situada em Palmeira das Missões, RS. A coleta das amostras do milho foram realizadas a cada mês, considerando-se assim 5 (cinco) coletas para avaliar a matéria seca do colmo e pendão, das folhas, da palha e do sabugo. Na colheita foi determinada massa de grãos, número de grãos, massa de 1000 grãos e o índice de colheita. Os resultados mostraram que há variabilidade espacial para a os componentes estudados.

Palavras-chave: variabilidade espacial, produção, homogeneidade, milho.

ABSTRACT

The objective of the present work is evaluate space and temporally morphologic characteristics and the behavior of the components of corn hybrid P32R21 grain productivity, and confirm that it is not an homogenous cultivated area. The experiment was conducted in 2003/2004 growing season, in a commercial farming of 55 hectares, situated in Palmeira das Missões, RS. Plant samples were collected once a month during five months to evaluate kernel weight, stem mass and leaf mass. At harvest were evaluated ear mass, grain number, weight of 1000 grain and harvest index. The results showed space variability for most of yield components studied. There no significant differences in variability data. The importance to know yield and yield components data variation, can result to know in other indicator of variability like soil variability or other parameters.

Keywords: space, time, productivity, homogeneity, corn.

1 Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, concluída no Programa de Pós-Graduação em Geomática, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS.

2 Bióloga, Mestre em Geomática. tbernardon@gmail.com.

3 Professor Titular, DER, CCR, Universidade Federal de Santa Maria, robaina@smail.ufsm.br.

4 Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, Brasil, marcelo.calgaro@cpatsa.embrapa.br.

5 Professor Adjunto, DER, CCR, Universidade Federal de Santa Maria, mpeiter@smail.ufsm.br

INTRODUÇÃO

O milho é uma planta de origem tropical, e necessita de calor e umidade para se desenvolver. Em regiões de clima subtropical, os fatores ambientais como variações na disponibilidade térmica e de radiação solar, exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico do milho. A temperatura do ar é o elemento meteorológico que melhor explica a duração dos períodos de desenvolvimento, havendo relação linear entre a duração destes períodos e o desenvolvimento da planta (LOZADA; ANGELOCCI, 1999), que também variam no espaço e no tempo (QUEIROZ et al., 2000).

Embora a seleção de híbridos para produção de grãos de milho seja baseada em produção de grãos e de matéria seca total, outros componentes que compõem a planta, como sabugo, colmo, folhas e palhas, não têm sido devidamente avaliados. Deste modo, pode existir uma considerável variabilidade entre híbridos de milho, mesmo estes recebendo o mesmo tratamento, já que nem sempre a maior produção confere uma melhor qualidade do grão (QUEIROZ et al., 2000).

Flaresso et al. (2000) trabalhando com cultivares de milho para a produção de silagem observaram que nos ciclos mais tardios a altura da planta foi maior em comparação com os ciclos precoces, enquanto que o número de espigas por plantas se igualou, com valores próximos a um. Com relação aos componentes das plantas de milho, os materiais mais precoces apresentaram em torno de 30% de colmo em sua composição, contra 35% de materiais mais tardios e mais altos. Observaram valores em torno de 18% para a quantidade de folhas. A proporção de espiga destacou-se nos cultivares precoces variando de 42,4 a 47%, já nos tardios esse valor ficou de 38,6 a 41,4% e, para a palha, os autores encontraram uma variação em torno de 7,7% para a cultivar tardia e de 11,8% para a cultivar precoce.

Silva et al. (2002) encontraram uma média para a massa de grãos de espiga de 253 g, massa de sabugo 69 g, massa de 1000 grãos de 440 g e o rendimento, uma média de 7.120 kg ha⁻¹. Por outro lado, Zimmermann (2001), trabalhando com cultivares de milho em plantio direto e sob irrigação, com uma população de 65.741 plantas ha⁻¹, obteve o número de 450 grãos por espiga e uma massa de 1000 grãos de 310 g.

Trabalhando com uma população de 60.000 plantas ha^{-1} , Lopes e Maestri (1981) encontraram matéria seca de caules na última coleta de 634 g m^{-2} , para as folhas, 230 g m^{-2} e para a espiga, 685 g m^{-2} , onde os grãos pesavam 465 g m^{-2} e a palha 107 g m^{-2} , representando uma planta de 2121 g m^{-2} .

Valores de matéria seca da parte aérea de dois híbridos superprecoces que variaram entre 152 e 166 g nos anos de 1999/2000 foram encontrados em estudo realizado por Almeida et al. (2003), com rendimentos de 10.608 e 9.933 kg ha^{-1} , tendo estes uma matéria seca de 1000 grãos de 344 e 330 g, respectivamente. No mesmo trabalho, estes autores estudaram o comportamento de dois híbridos superprecoces nos anos de 1998/1999, onde encontraram um rendimento de 7.911 e 8.652 kg ha^{-1} e uma matéria seca de 1000 grãos de 332 e 315 g respectivamente.

Em um trabalho de avaliação do efeito da temperatura média do ar no rendimento de grãos com três híbridos, sendo dois superprecoce, Gadioli et al. (2000) encontraram um rendimento médio nos híbridos superprecoces de 9.447 e 9.007 kg ha^{-1} e um número médio de grãos por espiga de 497 e 526 grãos, respectivamente. Trabalhando com híbridos de milho em três épocas de semeadura, Forsthofer et al. (2004) encontraram, para o híbrido P32R21 uma média de 559 grãos por espiga, com uma massa de grãos de 185 g por planta.

Correlações significativas entre os teores de matéria seca nos diferentes estádios de maturação dos híbridos e os componentes estruturais da planta e seus pesos foram verificadas por Beleze et al. (2003b), evidenciando que o aumento nos teores de matéria seca foi decorrente principalmente da percentagem de espiga e da produção de grão, encontrando os grãos como maior participante da planta inteira observada para o híbrido superprecoce P32R21 (54,20%), em relação aos outros híbridos. Os mesmos autores, quando analisaram a massa do sabugo e palha em relação à planta inteira, observaram que os dados variaram de 16,05% (P32R21) a 20,97% (outros híbridos).

A produção média de grãos em t ha^{-1} do híbrido superprecoce P32R21 juntamente com outros dois híbridos nos experimentos de Beleze et al. (2003a) apresentaram a maior produção, com médias superiores a

8.000 kg.ha⁻¹, considerando que a densidade adotada neste experimento foi de 50.000 plantas ha⁻¹. Em compensação, a produção de lâmina foliar se apresentou com baixos valores para o híbrido P32R21 frente a outros híbridos superprecoces. Estes resultados se assemelham com as observações de Souza (1989) que, ao avaliar cultivares de milho para silagem, relatou que cultivares mais precoces são potencialmente menos produtores de folhas, em relação aos tardios.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar espacialmente o comportamento dos componentes da produção do híbrido de milho superprecoce P32R21, a fim de verificar a homogeneidade ou não de uma área cultivada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área experimental de 55 hectares (metade de um pivô central), localizada na Granja São Bento, no município de Palmeira das Missões (RS). A área está situada entre as coordenadas 27°49'33" S e 53°24'42" W, 27°49'02" S e 53°24'09" W e altitude de 600 metros, aproximadamente.

O clima da região é do tipo Cfa de Köppen, caracterizando-se como clima subtropical, apresentando os verões quentes e invernos frios. A temperatura máxima variável nos meses de verão é superior a 28°C e nos meses mais frios oscila entre 3 e 18°C. As chuvas apresentam boa distribuição em praticamente todos os meses do ano, sem estação seca definida e os índices pluviométricos anuais estão entre 1.500 mm a 1.750 mm (SULZBACH, 2003).

O plantio direto na palha, em rotação de culturas, é a técnica de cultivo adotada na área desde 1994 e o experimento foi conduzido nas safras de 2003/2004 (Agosto/2003 a Janeiro/2004). A semeadura do híbrido P32R21 foi realizada entre os dias 21 a 23 de agosto de 2003 na parte sul do pivô central, o qual teve um espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de 60.000 plantas ha⁻¹. Considerou-se a emergência do milho quando aproximadamente 75% das plântulas estavam com o coleóptilo visível na superfície do solo (GALLÁRRETA, 2002), o que ocorreu no oitavo dia após a semeadura.

Conforme pode ser visto na Figura 01, a área experimental foi

dividida em três Sítios (I, V e VI), que por sua vez foram subdivididos em parcelas. A posição das parcelas, do centro para a borda, correspondem a 10% do raio (187,2 m), 30% do raio (324,2 m), 50% do raio (418,6 m), 70% do raio (495,3 m) e 90% do raio (561,6 m), de maneira que todas as parcelas representassem 20% da área cultivada sob o pivô.

A coleta das plantas nas parcelas, teve uma frequência mensal e foram utilizadas quatro plantas (repetições). As plantas foram coletadas de modo aleatório, evitando-se assim que a retirada de várias plantas em sequência pudesse interferir no desenvolvimento das plantas vizinhas.

Após o corte das quatro plantas em cada parcela (rente ao solo), as partes das plantas de milho foram separadas (folhas, colmo, palha, espiga, grãos), levadas à estufa a temperatura de 60°C, e posteriormente, foi feita a determinação da massa dos diversos componentes da planta com auxílio de uma balança digital. Os dados analisados foram à matéria seca total (MST), que corresponde a massa seca das folhas (MSF), colmo e pendão (MSC), da palha (MSP), do sabugo (MSS) e dos grãos (MSG). A estimativa da produção de grãos (kg ha^{-1}) da cultura do milho foi feita através dos componentes de produção (n° planta/unidade de área, n° de espigas/planta, n° de grãos/espiga e a massa média do grão).

As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro com o uso do programa SASM-Agri (Sistema para Análise e Separação de Médias em experimentos agrícolas), o que permitiu a análise da variabilidade espacial entre os três sítios.

O software CR CAMPEIRO 5 foi utilizado para visualizar os dados de produção obtidos pela colhedora a qual foi equipada com GPS, permitindo a identificação das áreas de maior e menor produção. Através do mesmo software pode-se obter um mapa de produção indicando áreas de baixo, médio e alto valor de produção da cultura do milho (Figura 02). Com essa ferramenta foi possível comparar os dados de produção da cultura obtidos pelo método tradicional de amostragem de plantas e o método utilizado na agricultura de precisão, no qual a colhedora possuía um sensor de umidade que corrige os dados de produção para umidade de 13%. Os dados de produção obtidos pelo método tradicional de amostragem de plantas foram corrigidos para a mesma umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O híbrido P32R21 teve ciclo de aproximadamente 142 dias, tendo sido colhido entre os dias 23 e 31 de janeiro de 2004. Segundo Gadioli et al. (2000), no desenvolvimento do milho, a duração do ciclo tem demonstrado inconsistência por estar associada às variações das condições ambientais e não ao número de dias. Sendo assim, o atraso no ciclo de desenvolvimento do híbrido P32R21 se deu, provavelmente, devido às baixas temperaturas registradas no período, já que, de acordo com Mundstock (1970); Brunini et al. (1983); Berlato et al. (1984); Garcia (1993) e Fancelli e Dourado Neto (1997), a temperatura tem-se apresentado como o elemento climático mais importante para prever os eventos fenológicos da cultura, desde que não haja deficiência hídrica.

A Tabela 01 mostra os valores médios de quatro repetições dos componentes da planta de milho, da matéria seca total e do índice de colheita, avaliados ao final do ciclo (142 DAE) nos Sítios I, V e VI. Analisando-se os valores médios da matéria seca do colmo e pendão, da palha e das folhas das plantas de milho, pode-se ver que o comportamento foi semelhante entre eles. Segundo dados da PIONEER SEMENTES, o colmo corresponde a 20,0% da matéria seca da planta de milho, enquanto as folhas correspondem a 24,4% e a espiga 48,6%. De acordo com estes dados, pode-se avaliar que há uma correlação entre os valores da Pioneer Sementes e os valores obtidos neste trabalho, onde o colmo correspondeu a aproximadamente 24% da matéria seca da planta de milho, a espiga aproximadamente 57% e, apenas a folha que apresentou valores bastante inferior, em torno de 11%, isso provavelmente se deu ao ataque de pragas e ervas daninhas detectado a campo.

Quanto a matéria seca dos grãos, estes correspondem aos dados obtidos por Beleze et al. (2003b), onde também a maior participação de grãos foi observada pelo híbrido superprecoce P32R21, com uma média de 54,20%. Mas, os valores de matéria seca dos grãos, não correspondem aos dados obtidos por Forsthofer et al. (2004), que obtiveram valores bem maiores quando semeados no mesmo período (agosto), o que se deve, provavelmente ao tipo de híbrido utilizado.

A Tabela 01 mostra que o Sítio I apresentou o maior peso de matéria seca total (341,4 g), matéria seca dos grãos (171,4 g) e conseqüentemente

o maior índice de colheita (0,50), seguido do Sítio V e, com menor peso de matéria seca total o Sítio VI.

De acordo com os dados mostrados na Tabela 02, a maior média de produção foi obtida pelos dados da amostragem de campo, com uma média de 9274,5 kg.ha⁻¹, e, mostrando estatisticamente uma semelhança entre seus dados.

A produção obtida com os dados da colhedora mostram uma média de 8455,3 kg.ha⁻¹, e um baixo desvio padrão e, estatisticamente também mostram semelhança entre seus dados.

A Tabela 02 mostra os valores médios de quatro repetições dos componentes da produção de milho do híbrido P32R21 avaliados nos sítios I, V e VI aos 142 dias após a emergência. Os valores para o número de grãos de milho não apresentaram variação significativa entre os três Sítios, estando de acordo com Zimmermann (2001) e mostrando pequena diferença em relação aos dados encontrados por Fortsthofer et al. (2004). Quanto aos valores médios de produção obtidos com a colhedora e por amostragem, observa-se que não foi detectado variação significativa entre os sítios, sendo que nos dois casos o sítio I foi o que apresentou o maior valor de produção (Tabela 02).

A Figura 02 mostra os valores de produção obtidos pela colhedora, na parte sul do pivô, visualizado através do Software CR CAMPEIRO 5, que permitiu a quantificação da produção obtida pela colhedora em cada parcela de cada sítio utilizado neste trabalho. O mapa de produção, apresentada na Figura 02, mostra uma legenda com 10 classes, tendo os tons de cinza mais clara (próximos a branco) correspondência com produção mais baixa e os tons de cinza mais escura (próximos a preto) com produção mais alta.

A análise de regressão com os valores médios de produção do híbrido P32R21 obtidos com a colhedora e os valores médios obtidos por amostragem nos sítios I, V e VI apresentou um coeficiente de determinação (r^2) igual a 99,7%, o que confirma uma forte correlação entre os valores de produção obtidos nos dois procedimentos, sendo que os valores obtidos pela colhedora são, em média, 92% dos valores obtidos por amostragem.

CONCLUSÃO

A metodologia proposta foi capaz de avaliar ao longo de um ciclo a variabilidade espacial do comportamento dos componentes da produção do milho confirmando que não existe homogeneidade entre os sítios propostos neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Família Sulzbach pela permissão da utilização da área de lavoura para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.L. et al. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.2, p. 189–194, mar–abr 2003.
- BERLATO, M.A.; et al. Relação entre temperatura e o aparecimento de fases fenológicas do milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sulriograndense**, v. 20, p. 111–132, 1984.
- BELEZE, J.R.F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes estádios de maturação. 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 529–537, 2003a.
- BELEZE, J.R.F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes estádios de maturação. 2. Concentrações dos componentes estruturais e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 538–545, 2003b.
- BRUNINI, O.; et al. Efeito dos elementos climáticos no desenvolvimento da cultura de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DO MILHO, 1983, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR/EMBRAPA, CNPMS, 1983. p.21–40.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Milho: ecofisiologia e rendimento. In: TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE MILHO, v. 1, 1997, Piracicaba. **Trabalhos Apresentados**. Piracicaba, Publique, 1997. p. 157–170.
- FLARESSO, J.A.; et al. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) *Moench.*) para ensilagem no alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1608–1615, 2000.
- FORSTHOFER, E.L. et al. Desenvolvimento fenológico e agrônômico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1341–1348, 2004.
- GADIOLI, J.L.; et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 3, p. 377–383, 2000.

GALLÁRRETA, C.G. **Manejo da irrigação do milho baseado na evapotranspiração máxima acumulada da cultura**. 2002. 45f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GARCIA, B.I.L. **Determinação da temperature–base e influência de variáveis climáticas na duração do ciclo e na produção do milho (*Zea mays* L.)**. 1993. 81f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LOPES, N.F.; MAESTRI, M. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca do milho (*Zea mays* L.) cultivado em três densidades populacionais. **Revista Ceres**, v. 28, n. 157, p. 268–288, 1981.

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 37–43, 1999.

MUNDSTOCK, C.M. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de milho em quatro épocas de semeadura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO, 8., Porto Alegre, 1970. **Anais**. Porto Alegre: Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, 1970. p. 18–29.

QUEIROZ, D.M. de; et al. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: BORÉM et al. (ed.). **Agricultura de Precisão**. Viçosa: A. Borém e outros, 2000. p.1–42.

SILVA, P.C.S.; et al. Reduções iniciais de populações em três híbridos de milho e sua relação com variáveis componentes do rendimento de grãos. **Revista Fac. Zootecnia Veterinária Agronomia**. Uruguaiana. v. 9, n. 1, p. 113–120, 2002.

SOUZA, S.N. Milho para silagem: considerações agrônômicas. **Agropecuária Catarinense**, v. 2, n. 2, p. 11–14, 1989.

SULZBACH, L.A.S. Tecnologia de Agricultura de Precisão: estudo de caso: integração de modelos digitais de atributos químicos do solo e modelos digitais de produtividade de culturas agrícolas. 2003. 165f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ZIMMERMANN, F.L. **Crescimento de plantas de milho e armazenamento de água no solo em dois sistemas de cultivo**. 2001. 101f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

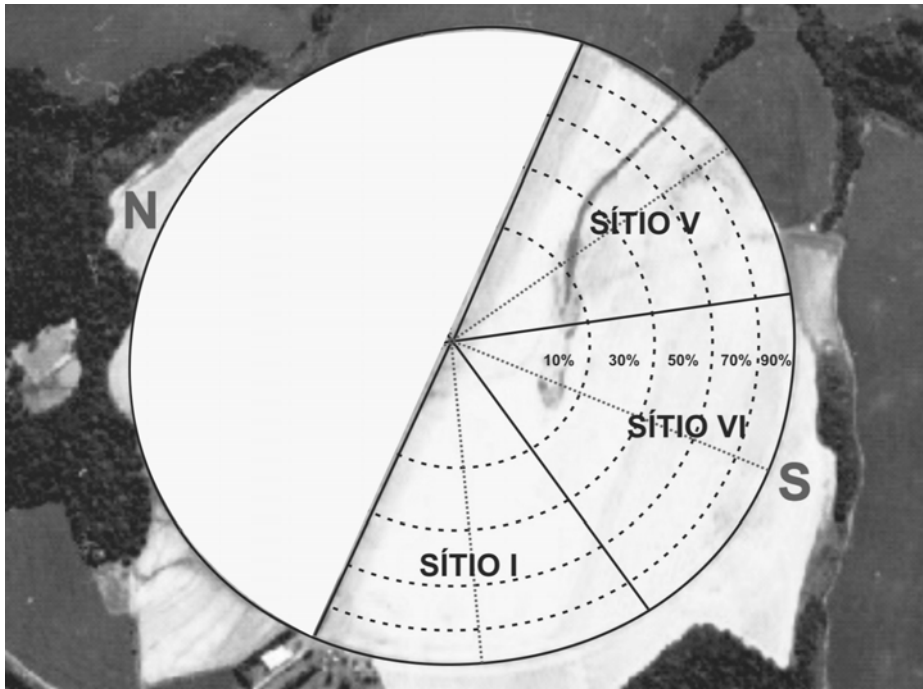


Figura 01. Localização das parcelas (10, 30, 50, 70 e 90%) e dos sítios (I, V e VI) na área.

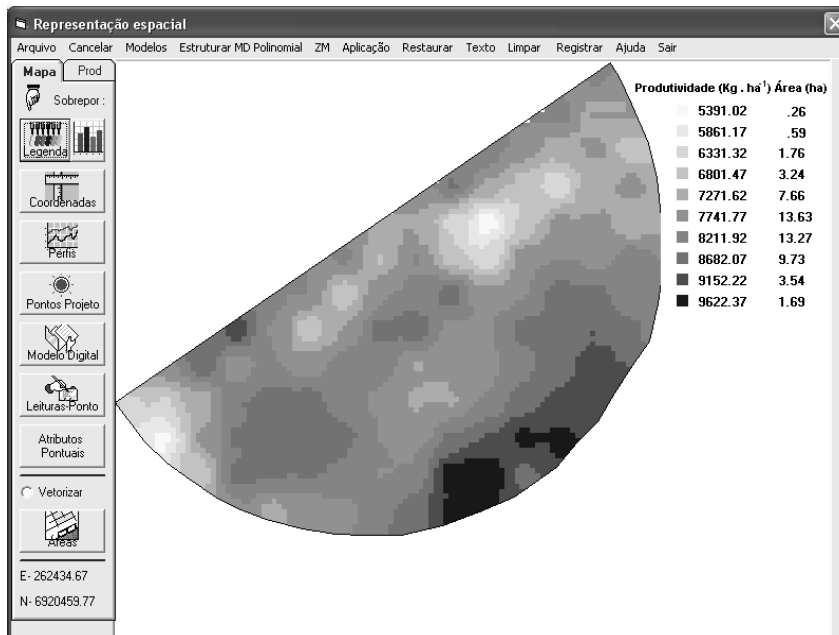


Figura 02. Mapa indicando zonas de baixa, média e alta produção da cultura do milho.

Tabela 01. Valores médios de quatro repetições dos componentes da planta, da matéria seca total e do índice de colheita avaliados nos Sítios aos 142 DAE. Milho híbrido P32R21.

Componentes	Sítios			μ	σ
	I	V	VI		
MSF (g)	38,8a*	35,8a	36,0a	36,9	1,7
MSC (g)	78,6a	79,3a	73,3a	77,1	3,3
MSS (g)	37,2a	30,0ab	25,4b	30,9	5,9
MSP (g)	15,4a	17,5a	14,4a	15,8	1,6
MSG (g)	171,4a	145,3ab	132,0b	149,6	20,0
MST (g)	341,4	307,9	281,1	310,1	30,2
IC****	0,50	0,47	0,47	0,48	0,02
MS 1000 grãos (g)	341,6a	317,0a	311,1a	323,2	16,2

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha diferenciam entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** μ – média amostral.

*** σ – desvio padrão amostral.

****IC – índice de colheita.

Tabela 02. Valores médios de quatro repetições dos componentes da produção de milho avaliados nos Sítios aos 142 DAE. Milho híbrido P32R21.

Componentes	Sítios			μ	σ
	I	V	VI		
Nº de plantas.m ⁻²	6,0	6,0	6,0	6,0	-----
Nº de espigas.planta ⁻¹	1,0	1,0	1,0	1,0	-----
Nº de grãos.espiga ⁻¹	501,8a	470,3a	460,7a	477,6	21,5
Peso médio do grão (g)	0,3414	0,3170	0,3111	0,3232	0,02
Produção (kg.ha ⁻¹) – amostragem	10278,9a	8945,1a	8599,4a	9274,5	886,9
Produção (kg.ha ⁻¹) – colhedora	8683,9a	8288,0a	8393,8a	8455,3	204,9
Relação entre produções	0,84	0,93	0,98	0,92	0,07

* Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha diferenciam entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

** μ – média amostral.

*** σ – desvio padrão amostral.