

# Agricultura de Precisão

- 
- 
- 

## POPULAÇÃO de plantas de milho e oferta ambiental

*O conhecimento da variabilidade espacial da capacidade produtiva do solo permite ajustar a população de plantas do cereal à oferta ambiental específica de áreas homogêneas, incrementando a produtividade da cultura e o retorno econômico da lavoura*

***Telmo Amado e Antônio Santi, professores do Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão da UFSM, Tiago Horbe, tiagohorbe@hotmail.com, e Ademir Ferreira, doutorandos em Ciência do Solo PPGCS-UFSM***

Um dos fundamentos da agricultura de precisão (AP) é a determinação da variabilidade espacial de atributos do solo e da produtividade das culturas visando a intervenções sítio-específico em função da necessidade específica de zonas homogêneas da lavoura. Aplicações de fertilizantes e corretivos à taxa variável, seguindo estes princípios, proporcionam lavouras visualmente mais homogêneas e com produtividades superiores ao manejo tradicional (Milani et al., 2006). Este fato foi um dos principais responsáveis pela grande aceitação da nova tecnologia junto aos agricultores brasileiros e seus assistentes técnicos. Desta forma, o ajuste das quantidades dos insumos, baseado nas demandas específicas de cada local, otimiza os recursos disponíveis e evita desperdícios de insumos, alinhando-se aos princípios básicos de agricultura sustentável.



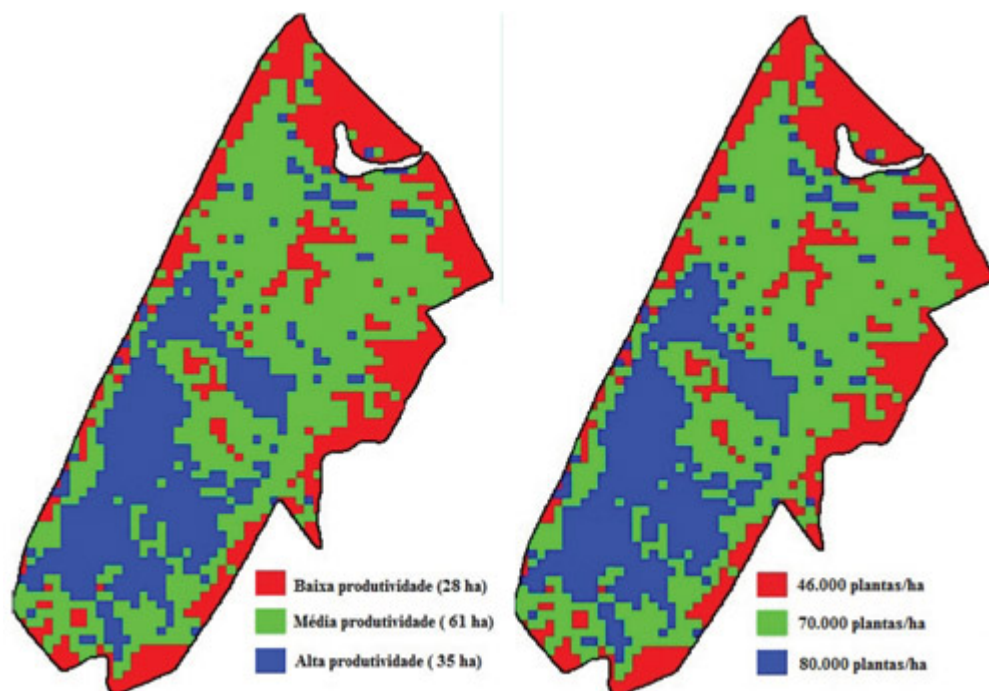
A variabilidade espacial na produtividade das culturas tem sido reportada mesmo em lavouras com emprego de elevado nível tecnológico, no qual os insumos são fartamente aportados, e também em áreas irrigadas, onde o mais frequente fator limitante, a água, é aliviado. Desta forma, a persistência da variabilidade espacial da produtividade em nossas melhores lavouras é um fato intrigante a agricultores, consultores e pesquisadores. Provavelmente, ela está relacionada a fatores de ordem natural (pedogenéticos) e de manejo antrópico, como variabilidade dos teores de matéria orgânica, teor de argila, declividade do terreno, profundidade do horizonte superficial do solo, quantidade de palha aportada e remanescente na superfície, restrições físicas do solo devido à compactação, desequilíbrio localizado de nutrientes e atividade biológica.

Exceto o desequilíbrio de nutrientes na saturação de bases e deficiências induzidas de micronutrientes, que podem ser solucionados pelo manejo de insumos à taxa variada, os demais fatores relacionam-se direta ou indiretamente ao armazenamento de água no solo (Santi et al., 2012), que é de mais difícil resolução. Neste sentido, a utilização de mapas de colheita torna-se ferramenta chave para a prospecção da variabilidade espacial da produtividade. Podem, em lavouras nas quais os principais fatores limitantes ao desenvolvimento vegetal, já

terem sido aliviados, tornar-se o mapa base para o estabelecimento de zonas homogêneas da lavoura com distinta oferta ambiental.

Para a detecção da variabilidade espacial e temporal da produtividade, grupos de pesquisa em AP têm reportado que a definição de distintos ambientes de produção é possível com o acúmulo de pelo menos três safras (Mantovani, 2006; Santi, 2007). A separação dos ambientes de produção pode ser feita em baixa produtividade, apresentando produtividade relativa < 95% da produtividade média da lavoura na safra, média produtividade entre 95%-105% e alta produtividade > 105%, respectivamente (Molin, 2002). Além dos mapas de colheita, outras ferramentas que podem ser utilizadas na definição de ambientes com distintos potenciais produtivos são: mapas de condutividade elétrica, fotografias aéreas, imagens de satélite e, até mesmo, o método qualitativo baseado na observação e na experiência do produtor a respeito da sua lavoura.

**Variabilidade espacial** — O milho é o principal cereal produzido no Brasil, cultivado em cerca de 15 milhões de hectares, com produtividade média de 4,4 toneladas/hectare (IBGE, 2012). Geralmente apresenta uma acentuada variabilidade espacial da produtividade na lavoura, devido a ser uma cultura sensível a fatores limitantes, resultado do longo e continuado processo de melhoramento genético. A variabilidade espacial da produtividade acentua-se em anos com instabilidade climática, resultado atribuído a amplificação das variações de oferta ambiental no talhão. Assim, um estresse hídrico não é percebido pelas plantas na mesma intensidade em todo o talhão, tendo efeito mínimo em alguns ambientes e efeito acentuado em outros. Desse modo, na impossibilidade de eliminar a variabilidade espacial da lavoura, pode-se alternativamente buscar uma população de plantas que proporcione produtividade ótima para cada ambiente, respeitando a oferta específica de zonas homogêneas do talhão. Na Argentina, esta estratégia é conhecida como agricultura por ambiente (Bragachini et al., 2010) e vem sendo utilizada com sucesso há pelo menos cinco anos por técnicos e usuários da AP. No Brasil, o conceito é relativamente novo e precisa ser discutido e assimilado por produtores e assistentes técnicos.



*Distribuição espacial da produtividade de grãos no mapa de colheita (esquerda) e o mapa de prescrição de taxa variada de população de plantas de milho (direita)*

A indústria brasileira de máquinas agrícolas tem feito a sua parte incorporando a tecnologia para taxa variada de sementes e fertilizantes em semeadoras especificamente desenvolvidas para agricultura de precisão. Assim, atualmente, tem-se esta tecnologia disponível em semeadoras desenvolvidas somente para distribuição de sementes com até 35 linhas espaçadas a 0,45 metro, para produtores que realizam sua adubação antecipadamente, buscando incrementar a eficiência operacional na semeadura, bem como para aqueles que

utilizam a adubação na linha de semeadura, realizando as operações de taxa variada de sementes e fertilizantes de forma simultânea.

A otimização da população de plantas de milho com base na taxa variada de sementes na agricultura de precisão do Brasil ainda é incipiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o ajuste de populações de plantas de milho aos diferentes ambientes da lavoura, definidos com base no mapa de colheita.

**Características experimentais** — Durante duas safras da cultura do milho, foram desenvolvidos experimentos no Projeto Aquarius ([www.ufsm.br/](http://www.ufsm.br/) Distribuição espacial da produtividade de grãos no mapa de colheita (esquerda) e o mapa de prescrição de taxa variada de população de plantas de milho (direita) A GRANJA | 43 [projetoaquarius](http://projetoaquarius)) buscando-se a otimização da população de plantas de milho, utilizando como parâmetro a variabilidade espacial da produtividade obtida a partir de mapas de produtividade em duas lavouras comerciais localizadas na cidade de Não-Me-Toque/RS, a Capital Nacional da AP. As lavouras utilizadas se caracterizam pelo uso intensivo de tecnologia, com produtividades superiores à média estadual em 32% e 114% para soja e milho de sequeiro, correspondendo a 3.300 e 10.300 kg/ha de produtividade média, respectivamente.

O híbrido de milho utilizado foi o Pioneer 30F53 Y, semeado na primeira quinzena de setembro, com as seguintes populações: 46 mil, 56 mil, 64 mil, 70 mil e 80 mil plantas/hectare, nos ambientes de baixa, média e alta oferta ambiental, caracterizando um delineamento bifatorial (população de plantas x ambiente). Para variação das populações foi utilizada a semeadora Victória Control, equipada com o receptor DGPS (Sistema de Posicionamento Global com Sinal Diferencial) Topper 4500, que atua também como controlador para AP, sendo capaz de comandar a troca instantânea das taxas de sementes, durante o deslocamento da máquina no talhão, sem necessidade de paradas, por meio da leitura de um mapa de aplicação prescrito (shape file). O sistema desta semeadora é todo hidráulico, sendo a troca das taxas de sementes feita pelo aumento ou pela diminuição do fluxo de óleo no sistema. Os dados de produtividade dos tratamentos foram obtidos através da colhedora MF 9790, equipada com o sistema GTA.

**População** — O ajuste da população de plantas de milho a distintos ambientes de oferta ambiental demonstrou-se uma eficiente estratégia para o manejo avançado de lavouras de milho, proporcionando incremento na produtividade e no retorno econômico, quando comparada à população fixa (70 mil plantas/ha), comumente utilizada pelos agricultores. Esse incremento de produtividade no ambiente de baixa oferta ambiental foi de 19,20%, devido à redução da população para 46 mil plantas/ha, e, no ambiente de alta oferta ambiental, foi de 7,20%, devido ao aumento da população para 80 mil plantas/ha. Além dos ganhos de produtividade, o ajuste da população de plantas esteve associado ao incremento na eficiência do uso do nitrogênio (EUN) disponível (fertilizante e do solo), resultando em um incremento do nitrogênio absorvido pelo milho de 8,4% no ambiente de baixa e de 15% no de alta oferta ambiental. Portanto, se por um lado incrementar a população em um local de baixa oferta ambiental resulta em competição de plantas pelos limitados recursos disponíveis, por outro lado o incremento da população em zona de elevada oferta ambiental otimiza o uso dos recursos água, luz e nutrientes.

Devido a este expressivo resultado, realizou-se uma análise econômica parcial, envolvendo o custo da semente em função da densidade de semeadura, baseado no valor de R\$ 420 a embalagem com 60 mil sementes e a produtividade na respectiva população com o preço de comercialização do milho de R\$ 24 a saca de 60 quilos, sendo estes valores praticados na safra 2010/2011. Assim, encontrou-se um incremento econômico de 28% no ambiente de baixa produtividade, devido à diminuição do custo de produção associada à menor densidade de semeadura e ao incremento de produtividade, devido ao ajuste da população à limitação de oferta ambiental. Já no ambiente de alta oferta ambiental o aumento no custo de produção, devido à maior densidade de semeadura, foi compensado pela maior produtividade, resultando em um incremento econômico de 6%.

Com base nestes resultados, foi feito o mapa de prescrição para população de plantas de milho para toda a lavoura (124 hectares), sendo destes 22,3% de baixa oferta ambiental e 34,9% de alta. Para esta situação, extrapolando-se os resultados experimentais, o incremento econômico, caso o produtor optasse pela agricultura por ambiente, seria de R\$ 37.352,46. Nota-se que 71,5% deste valor foi obtido no ambiente de menor oferta ambiental, mesmo sendo este sítio de menor tamanho do que o de alta, o que demonstra a importância do ajuste da população de plantas de milho à variabilidade de oferta ambiental na lavoura. Destaca-se que, se o aumento

da população de plantas de milho tivesse sido maior do que 80 mil plantas na zona de elevada oferta ambiental, talvez os resultados tivessem sido ainda mais expressivos.

A espacialização de zonas homogêneas com distinta oferta ambiental, por meio do mapa de colheita, foi uma estratégia eficiente para a otimização da população de plantas de milho na lavoura. Assim, o ajuste da população de plantas, de acordo com a oferta específica de cada ambiente, otimizou a produtividade e proporcionou importante incremento econômico. No Brasil, essa técnica de manejo avançado da lavoura deverá evoluir muito nos próximos anos, sendo necessária a investigação da otimização da população de plantas para outros híbridos de milho e para as diferentes ecoregiões do Brasil.