

Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho

João Carlos Cardoso Galvão¹, Glauco Vieira Miranda², Emerson Trogello³, Roberto Fritsche-Neto⁴

<http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461000007>

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho comparar o sistema de produção de milho, recomendado nos anos 40, com o atualmente empregado. Para isso, utilizou-se como base o artigo publicado por Antônio Secundino de São José, na Revista Ceres, em 1944, comparando-se as práticas agrícolas recomendadas para a cultura do milho na época com as atualmente empregadas. Naquela época, não havia preocupação direta com os aspectos conservacionistas de solo e água. Todavia, iniciava-se o processo de elevação da produtividade de grãos, com base no uso de mais insumos, todos obtidos na propriedade, como o esterco bovino, e de obtenção das próprias sementes. A cultura do milho era tratada de maneira individualizada, sem os conceitos de integração de lavoura, pecuária e conservação de solo e água. Atualmente, muitos conceitos recomendados há 70 anos ainda são utilizados na agricultura orgânica e familiar. Por outro lado, no cultivo em grande escala da cultura do milho utilizam-se os mais variados insumos, como fertilizantes sintéticos, herbicidas, inseticidas, sementes de híbridos (com ou sem eventos transgênicos), aplicação de fungicidas, plantio e colheita mecanizados. Conclui-se que nos últimos 70 anos ocorreram muitas mudanças no sistema de produção de milho e que estas mudanças foram fundamentais para que a produtividade aumentasse 3,79 vezes no período analisado. Todo o sistema de produção foi modificado em relação aos fatores de construção e proteção da produtividade, que por sua vez, deram suporte para que o Brasil chegasse a posição de terceiro maior produtor e exportador de milho do mundo, saltando de 5,6 milhões de toneladas em 1944 para 81,5 milhões de toneladas em 2013.

Palavras chave: *Zea mays* L., Sistema de produção, Cultivares, Tecnologia

ABSTRACT

Seven decades of development of the maize production system

The objective of this work was to compare the maize production system recommended in the decade of 1940 with the system currently employed in Brazil. We used the paper published by Antônio Secundino de São José in Revista Ceres in 1944 to compare the agricultural practices used at that time with the ones currently employed. In the 40's, we found no direct concern with aspects of soil and water conservation. However, the process of raising grain yield based on the use of more on-farm inputs, such as manure and seeds, was initiated at that time. The maize crop was treated as a sole enterprise without the concepts of integrating crop-livestock and soil and water conservation. Currently, many concepts recommended 70 years ago are still on use in the organic and smallholder farming systems. On the other hand, the large-scale maize cultivation have used a large number of varied inputs such as synthetic fertilizers, herbicides, insecticides, fungicides, hybrid seeds (transgenic or not), planting and harvesting machinery.

Recebido para publicação em 11/06/2013 e aprovado em 08/10/2014.

¹ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. jgalvao@ufv.br

² Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Ceres Sementes do Brasil Ltda. Avenida José Rocha Bonfim, 214, sala 113, Condomínio Praça Capital, Edifício São Paulo, 13080-650, Campinas, São Paulo, Brasil. glaucomiranda@gmail.com

³ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. IFGoiano, Campus Morrinhos, Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, 75650-000, Morrinhos, Goiás, Brasil. emerson.trogello@ifgoiano.edu.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Genética, Universidade de São Paulo, Campus Luiz de Queiroz, Avenida Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. roberto.neto@usp.br

We conclude from the literature reviewed that in the last 70 years many changes have occurred in maize production system which were essential for the productivity to have increased 3.79 times in the period analyzed. The entire production system was modified in relation to the construction and protection of productivity, which in turn, gave support to Brazil to become the third-largest world producer and exporter of maize, increasing from 5.6 million tons in 1944 to 81.5 million tons in 2013.

Key words: *Zea mays* L., production system, cultivars, technology.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem grande importância econômica e social. Econômica, pelo valor nutricional de seus grãos e por seu uso intenso, nas alimentações humana e animal e como matéria-prima para a indústria. Social, por ser um alimento de baixo custo, pela viabilidade de cultivo tanto em grande quanto em pequena escala e por ser a base de várias cadeias agroindustriais, como a da carne. Neste sentido, o milho é um dos principais cereais cultivados em todo o mundo e é o 2º grão mais cultivado no território brasileiro (Conab, 2014).

No Anuário Estatístico do Brasil (IBGE, 1947), observa-se que a área semeada com milho em 1944 era de 4,10 milhões de hectares, apresentando um rendimento médio de 1.359 kg ha⁻¹ e produção total de grãos de 5,58 milhões de toneladas. A partir de 1977 iniciaram-se os acompanhamentos de safra pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2014). Nesse ano, a área plantada com a cultura do milho já chegava a 11,7 milhões de hectares, alcançando produção total de 19,2 milhões de toneladas, o que gerou uma produtividade média de 1.632 kg ha⁻¹. Atualmente, na safra 2012/2013 o Brasil obteve recorde de produção com aproximadamente 81,51 milhões de toneladas de milho, colhidas em 15,83 milhões de hectares, com rendimento médio de 5.149 kg ha⁻¹ (Figura 1).

Como explicar o aumento da produção total de grãos de milho, de 14,61 vezes, nestas sete décadas, sendo que o aumento de área cultivada foi de apenas 3,86 vezes? A explicação é simples e pode ser baseada no avanço tecnológico que proporcionou um incremento de produtividade de 3,79 vezes, nas últimas sete décadas. Dentro deste avanço tecnológico, a Universidade Federal de Viçosa sempre esteve presente no desenvolvimento de pesquisas, tecnologias, cultivares, formação de profissionais e informação ao produtor rural através da extensão rural.

Prova disso é que já no ano de 1944, 70 anos atrás, artigo publicado na Revista Ceres destacava a impor-

tância da cultura do milho para a região da Zona da Mata mineira e para o Brasil (São José, 1944). Nesse artigo, o Professor Antônio Secundino de São José (1944) destacava as diferentes técnicas culturais a serem empregadas na cultura do milho, visando a alta produtividade e baixos custos. Em seu trabalho, o autor relatava as diferentes etapas de produção, dando ênfase para a escolha das áreas de plantio, o preparo dos solos, a adubação da lavoura, a escolha das sementes, a época e os métodos de plantio, o espaçamento, o desbaste pós-plantio, o controle de plantas tidas como daninhas, o consórcio com outras culturas, o controle de pragas e de doenças, a colheita e o armazenamento dos grãos e, também, a utilização de milhos híbridos, que por sua vez seria uma novidade para a época.

Em uma linguagem clara e concisa, voltada para o produtor rural, o referido Professor definiu a cultura do milho como o “esteio da fazenda” e afirmou que o milho representava o mais importante cereal brasileiro. Naquela época, Professor Secundino afirmava, ainda, que o fazendeiro tido como “moderno” deveria ter como lema o conceito de “BBB” (produzir Bastante, Bom e Barato). Além disso, que produzir maior quantidade de milho, de melhor qualidade e de custo mais barato seria “contribuir patrioticamente para a economia do País”. Setenta anos após, esta afirmativa continua válida e pode ser considerada atual, diante da importância da cultura do milho para a sustentabilidade do agronegócio brasileiro.

Comparação entre os sistemas de produção da década de 40 com o atual

Visando a disponibilizar ao produtor rural formas de produzir no conceito “BBB”, o Prof. Secundino expôs métodos indicados pela pesquisa para fomentar a maior produtividade. Assim, o objetivo deste artigo, foi comparar, nos tópicos a seguir, os métodos propostos há 70 anos com os atualmente recomendados para a cultura do milho.

Escolha das áreas

“fazendeiro inteligente deve realizar o cultivo do milho em áreas de baixada ou tidas como planas, quando não encharcadas...”

Antônio Secundino de São José.

O Prof. Secundino afirmou em seu artigo que o “fazendeiro inteligente” deveria realizar o cultivo do milho em áreas de baixada ou tidas como planas, quando não encharcadas, e implantar os pastos em terrenos de maior declividade. Esta recomendação ainda é válida, porém, hoje, só é possível de ser aplicada no âmbito das pequenas propriedades, em que o produtor seleciona as áreas mais nobres para às culturas anuais e direciona as pastagens para as áreas mais declivosas.

Atualmente, a maior parte da produção de grãos se concentra no cerrado, cujos cultivos abrangem centenas de hectares contínuos. Nestes ambientes, embora busquem-se terrenos planos, na prática isto não ocorre, uma vez que toda área apresenta declividade (Alvarenga *et al.*, 2010). Busca-se, assim, o cultivo sempre em nível, prática adequada para o bom manejo e conservação do solo e da água. Além disso, hoje, existe normas bem definidas e amplamente conhecidas acerca da conservação dos solos, por meio da Capacidade de Uso da Terra, que apresenta a classificação do solo de acordo com diversos parâmetros de relevo e tipo de agricultura que será praticada (Vieira *et al.*, 1988). Assim, Valentini *et al.* (2002) recomendam evitar solos com baixa capacidade de retenção de água, caso dos muito arenosos, bem como os sujeitos a encharcamento. Opta-se por solos profundos, com boa drenagem e que apresentem pequena declividade.

Preparo dos solos

“A planta é um ser vivo, que sente e agradece. Num terreno bem preparado, em boas condições, ela produzirá muito mais”.

Antônio Secundino de São José.

Um dos pontos mais importantes referentes ao preparo do solo é o fato de se evitar a queimada da palha, uma vez que um dos melhores adubos para o milho é a própria palhada. Desta forma, recomenda-se não queimar, a fim de evitar perdas de nutrientes. O revolvimento do solo e a incorporação do material vegetal são apresentados como uma técnica inovadora, vindo em substituição à queimada da palha (São José, 1944).

Nesses setenta anos, foi recomendado o revolvimento do solo com uma aração e duas gradagens, o que foi sendo substituído pelo cultivo mínimo do solo e, finalmente, pelo sistema de plantio direto. Esse último tem como princípio a “ausência” de revolvimento do solo. Assim, a incorporação dos resíduos da lavoura e plantas invasoras cede lugar ao sistema de plantio direto na palha. Dos 15,8 milhões de hectares de milho da safra 2012/13, a maior parte foi realizada no sistema de plantio direto, sendo que, na região sudoeste do Paraná, por exemplo, aproximadamente 90% dos agricultores utilizam esse sistema (Martin *et al.*, 2011). No plantio direto, a cobertura vegetal é mantida sobre a superfície do solo (Reis *et al.*, 2007; Andrade *et al.*, 2009), modificando propriedades químicas (Falleiro *et al.*, 2003), físicas (Falleiro *et al.*, 2003; Luciano *et al.*, 2010) e biológicas do solo (Carneiro, 2009), tendendo a conservar, por períodos mais longos, a água e a matéria orgânica, por isto é considerado uma evolução dentro da agricultura.

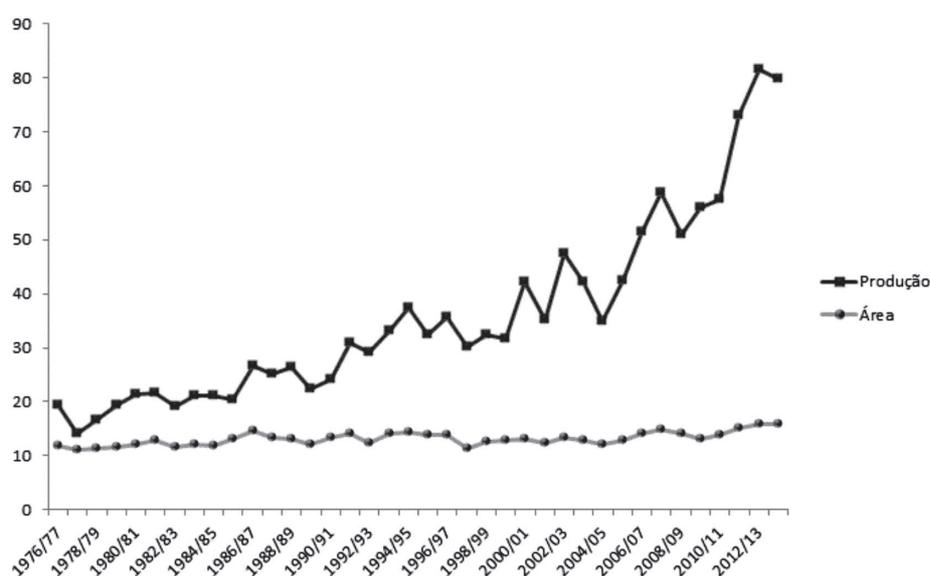


Figura 1. Série histórica de produção e área produzida de milho (em milhões).

Adubação

“A adubação dos terrenos esgotados é condição essencial para que o fazendeiro obtenha lucros com a cultura de milho”

Antônio Secundino de São José.

Secundino afirmava que o milho se caracteriza como uma planta de terra “boa” e seu cultivo em terrenos esgotados, quando não se faz adubação, tende a dar prejuízos. Afirmava ainda que: o fazendeiro geralmente tem o melhor e mais barato dos adubos, o esterco, em sua própria fazenda. Neste sentido, o esterco curtido, incorporado ao sulco de semeadura, era um dos melhores adubos disponíveis na época. Ressalva-se, ainda, o começo da utilização do superfosfato, em dosagens de até 250 kg ha⁻¹, da adubação verde e do consórcio com leguminosas (São José, 1944). Todavia, os plantios sem adubos eram comuns, o que contribuiu para a degradação dos solos de muitas áreas. Além disso, quando utilizado, o esterco não fornecia a quantidade adequada de nutrientes para alcançar elevadas produtividades.

Após a Revolução Verde, diversos trabalhos foram desenvolvidos, visando a embasar as recomendações de adubação para a cultura do milho, nas mais diversas regiões, priorizando-se as adubações químicas, com formulados de N-P-K, e a adubação de cobertura, com nitrogênio (Gilles *et al.*, 2009; Rodrigues *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2012), as quais, juntamente com o melhoramento genéticos das cultivares e a melhoria do manejo, propiciaram elevar a produtividade para os patamares atuais.

Por outro lado, a dependência da agricultura atual por fertilizantes sintéticos é motivo de grande preocupação, uma vez que fertilizantes como o N sintético, o mais utilizado na cultura do milho, demandam muita energia para sua produção e estão sendo relacionados à problemas ambientais, como as mudanças climáticas e a contaminação dos lençóis freáticos (Crews & Peoples, 2004).

A utilização da adubação verde, já recomendada pelo Prof. Secundino, é uma forma viável de amenizar os impactos da agricultura moderna, podendo elevar o teor de matéria orgânica, proporcionar maior disponibilidade de nutrientes e CTC efetiva do solo, diminuir teores de Al trocável, proporcionar cobertura e proteção do solo, manter ou melhorar as condições físicas, químicas e biológicas e desenvolver macro e micro-organismos em profundidade no solo (Alcântara *et al.*, 2000).

O consórcio entre culturas, recomendado pelo Prof. Secundino 70 anos atrás, é ainda praticado, em sua maioria, pelos pequenos produtores, sendo em grande parte restrito ao cultivo milho-feijão (Maciel *et al.*, 2004). O consórcio de milho com leguminosas pode representar um

maior fornecimento de nitrogênio, o que viabiliza a sustentabilidade do sistema. No entanto, em termos de área cultivada, sua importância diminuiu muito, sendo praticamente inexistente entre os produtores considerados de alta tecnologia.

Escolha da semente

“A boa semente é a base da boa cultura. Uma boa variedade e a seleção contínua e cuidadosa são fatores indispensáveis a quem deseja produzir milho economicamente”.

Antônio Secundino de São José.

Quanto à escolha de sementes, o Prof. Secundino classificou os cultivares comerciais em duros e dentados, sendo os dentados mais produtivos, embora mais sujeitos a predação por insetos, e necessitando de maiores investimentos em insumos e maiores cuidados no armazenamento. Diferentemente disso, optava-se por cultivares que apresentassem alto grau de pureza e uniformidade, uma vez que milhos mesclados eram, e ainda são, desvalorizados no mercado (São José, 1944). Na época havia o reaproveitamento de sementes por grande parte dos agricultores, pois a predominância era de variedades de polinização aberta.

Após a escolha do cultivar, atentava-se para sua conservação, evitando-se sua degeneração. Isto era alcançado por meio da seleção ou escolha de sementes para plantio, ano após ano. Para essa seleção, alguns critérios eram considerados, como: colher sementes oriundas de plantas fortes, eretas, com duas espigas boas, bem empalhadas e de preferência com a ponta virada para baixo. Além disso, deviam-se evitar plantas com altura final e de inserção de espigas elevadas. Após a seleção, a campo, iniciava-se o processo de seleção das melhores espigas, considerando-se características como: espigas bem granadas, com fileiras tendendo a retas, com características originais da variedade, com grãos pesados e sadios. Todo esse processo artesanal era realizado na fazenda, ano após ano, para garantir uma semente de qualidade.

Atualmente, os cultivares de milho, em quase sua totalidade, são híbridos, com a produção de uma espiga por planta e os plantios são feitos em altas densidades, aproximadamente 60 mil plantas por hectare. As espigas desses cultivares são bem empalhadas e raramente viram para baixo, porque a colheita ocorre logo após os grãos estarem com a umidade adequada. Os aspectos de fileiras e de números de grãos tornaram-se secundários, pois, atualmente, a comercialização é por peso e não por espiga. Assim, os cultivares atuais de milho apresentam maior peso hectolítrico do que as variedades da década de 40. Além disto, hoje há uma predominância do grão

tipo duro, sendo que, na época, a maioria era dentado, apesar também de existirem variedades duras, como o Cateto e Cristal. Hoje, os materiais dentados são minoria e não são bem aceitos pela indústria. Geralmente, sua semeadura se restringe a produção de milho-verde e silagem (Cruz *et al.*, 2010).

No período de 1950 a 1960, teve início a chamada “Revolução Verde”, com o emprego de novas tecnologias no sistema produtivo (herbicidas, fertilizantes, híbridos com maior resposta à aplicação de fertilizantes, e modernas máquinas e equipamentos). Diversos institutos de pesquisa agrícola foram instalados em várias regiões do globo, visando sempre à ampliação da produção de alimentos, por via de cultivares melhorados (Fuck & Bonacelli, 2007). Todos os sistemas públicos de pesquisa, implantados na América Latina, por meio de seus Institutos, e, no Brasil, da Embrapa, iniciaram a partir da década de 70 os trabalhos de desenvolvimento tecnológico e de novas cultivares, com base no aumento da produtividade agrícola. Atualmente, impulsionada por essas ações, a América Latina é autossuficiente na produção de alimentos e responde por cerca de 35% das exportações mundiais de milho. Neste contexto, o Brasil se posiciona como o terceiro maior produtor e exportador de milho (Agrarianal, 2014).

Com o contínuo desenvolvimento dos conceitos e aplicações da Revolução Verde, as atividades agrícolas voltadas para o mercado de *commodities* tornaram-se grandes negócios e a participação da iniciativa privada tornou-se intensa, com forte desenvolvimento em biotecnologia e melhoramento genético, o que tem restringido seu acesso por parte de agricultores, em países em desenvolvimento, sobretudo os agricultores pobres (FAO, 2004). O surgimento dessas grandes empresas, especializadas em desenvolvimento de cultivares e produção de sementes, proporcionou aumento de produtividade e qualidade da matéria-prima, mas aumentou significativamente os custos para implantação das lavouras.

No ano de 1944, agricultores optavam por não utilizar as sementes oriundas da ponta da espiga, uma vez que geralmente apresentam formato irregular e, teoricamente, menor vigor. O Prof. Secundino desmistifica este conceito e indica que, caso a desuniformidade do grão não atrapalhasse o processo de semeio, os grãos da ponteira podem ser usados sem perda de qualidade da semeadura, viabilizando ainda mais o processo e reduzindo os custos de implantação.

Atualmente, a multiplicação e classificação de sementes são feitas por empresas especializadas e segue legislação específica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) embasada pelo Registro Nacional de Sementes e Mudanças (RENASSEM). Com isso, e com o uso intenso de híbridos simples, a uniformidade tão alme-

jada foi alcançada. É importante frisar que, no cenário atual, as sementes apresentam alto custo para serem produzidas. Todavia, a utilização de máquinas com diferentes mecanismos dosadores permite que todo tipo de semente seja utilizado para plantio, sejam elas compridas, curtas, arredondadas ou espessas (Chaudhry & Ullah, 2001; Vazquez *et al.*, 2012).

O Milho híbrido

“Produzir sementes na fazenda não é difícil, para obtenção do milho híbrido. Para aqueles que não querem tomar trabalho na sua produção, a aquisição desta semente cruzada, de produtores idôneos, é conveniente. Isso abre um novo campo para os fazendeiros progressistas e adiantados: produzir sementes cruzadas para a venda aos colegas da mesma região”.

Antônio Secundino de São José

Num dos primeiros relatos da grande inovação proporcionada pelo milho híbrido, o Prof. Secundino citou, como exemplo, o cruzamento do jumento com a égua, para gerar um híbrido mais forte que qualquer um dos pais, e apresentou a inovação proporcionada pela obtenção de um híbrido intervarietal, pelo cruzamento da variedade Cateto com a Amarelão, relatando como a semente deve ser obtida a campo e as vantagens de fazê-lo. Esse híbrido intervarietal apresentava a produtividade de 5.200 kg ha⁻¹, a qual superava em muito as obtidas nas lavouras, com o uso das variedades. O Professor concluía ainda que “esta tecnologia veio para ficar e seria o futuro”. Ele estava certo.

Setenta anos depois, os fatos comprovam que a tecnologia do milho híbrido é cada vez mais utilizada e está consolidada como um dos pilares da produtividade. Em termos quantitativos, esse aumento da produtividade foi de aproximadamente um saco (60 kg ha⁻¹) por ano. Atualmente, no Brasil, 92,7% dos cultivares de milho disponíveis no mercado são híbridos (61% simples; 21,5% triplos e 10,2% duplos) e apenas 7,3% são variedades de polinização aberta. Em 2008 foi liberada a comercialização de milho geneticamente modificado no Brasil. Naquele ano foram disponibilizados quatro híbridos triplos e 15 híbridos simples, com o gene Bt, conferindo resistência a lagartas desfolhadoras. Em 2012, 87 dos 479 cultivares de milho disponibilizados no mercado brasileiro de sementes eram transgênicos. Desses cultivares transgênicos, 78,2% eram híbridos simples e, o restante, híbridos triplos (Celeres, 2013).

Segundo relatório de adoção biotecnológica da Céleres, em apenas cinco anos de cultivo os transgênicos já ocupam 12,2 milhões de hectares, o que representa 76,1% da área cultivada com milho. Da área adotada, apro-

ximadamente 46,52% destina-se à resistência a insetos, 44,50% à resistência combinada a insetos e herbicidas, e 9,06% à resistência isolada a herbicidas (Celeres, 2013).

A ideia de produzir sementes para venda aos colegas da região, proposta por Secundino em 1944, certamente deu muito certo. O mercado de milho atualmente movimenta grande quantidade de recursos e a produção de sementes de híbridos de milho e sua disponibilização ao produtor rural caracterizam-se como um nicho altamente tecnificado e que proporciona grande retorno econômico. Entretanto, o modo como é feito, o volume de recursos e as características do mercado mudaram muito, tornando-se este último muito competitivo e altamente tecnificado e tecnológico.

Época de semeadura

“dever ser validada por meio experimental, embora haja consenso de que deve ser feita a partir de outubro”.

Antônio Secundino de São José.

Quanto à época de semeadura, a indicação, em 1944, assim como ocorre hoje, era particular de cada região e deveria ser vista por meio experimental, embora um consenso entre produtores indicasse o mês de outubro como o ideal para o plantio.

A escolha da época de semeadura depende da quantidade de radiação solar incidente e da eficiência de sua interceptação e conversão. Por esta razão, cada região apresenta um período mais propício para o cultivo de milho. Vários autores, assim como o consenso entre agricultores em 1944, apresentam o período de outubro a meados de novembro, como o mais propício ao início do cultivo do milho (Von Pinho *et al.*, 2007).

Embora o período de outubro a novembro seja tido como o melhor, o milho tem apresentado boas produtividades em diferentes épocas de semeadura. O cultivo denominado safrinha, ou segunda safra, para o qual a semeadura é realizada de janeiro a março (Gonçalves *et al.*, 2002), que em 1944 era impensável, torna-se hoje um dos grandes suportes da produção nacional de milho, galgando altas produtividades e grande foco da pesquisa atual (Cruz *et al.*, 2011). Como resultado prático deste avanço tecnológico no Brasil, nos últimos três anos, a produção de milho na 2ª safra superou a produção da safra de verão (Conab, 2014). Este fenômeno pode ser considerado um marco histórico na agricultura brasileira.

Semeadura

“Um plantio cuidadoso e bem feito redundará em roça uniforme e sem falhas, de produção maior e mais barata”.

Antônio Secundino de São José.

A mecanização da semeadura era insignificante no ano de 1944, tendo-se a semeadora como equipamento caro e de difícil acesso. Desta forma, optava-se pela utilização dos cultivadores, visando a abrir os sulcos para posterior semeadura manual, ou mesmo, a abertura de covas com enxadas, o que se tornava dispendioso e elevava os custos de implantação da lavoura.

Atualmente, as semeadoras-adubadoras, com os sofisticados sistemas de plantio a vácuo e de precisão, como GPS (Global Position System), estão presentes nas mais variadas regiões de cultivo, o que eleva a eficiência de plantio e melhora os parâmetros de qualidade de semeadura. Vários fatores interferem na eficiência da semeadura e devem receber atenção redobrada: a velocidade de semeadura (Cortez *et al.*, 2006; Dias *et al.*, 2009), a profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores (Reis *et al.*, 2006), os tipos de mecanismos sulcadores (Germino & Benez, 2006), entre outros. A agricultura atualmente é de precisão e a uniformidade de semeadura e a manutenção de um estande adequado são fatores importantes no alcance de altas produtividades da cultura do milho (Cortez *et al.* 2006; Dias *et al.* 2009).

Arranjo de plantas

“se colocarmos cinco leitões a comer num cocho muito pequeno, há mais desordem que aproveitamento”.

Antônio Secundino de São José.

Quanto ao espaçamento de plantio, os melhores resultados em 1944 foram conseguidos com espaçamentos entre fileiras de 1,10 a 1,20 m, possibilitando um rápido fechamento entre linhas e boa iluminação e permitindo a entrada com o cultivador. Ainda segundo São José (1944), o que não poderia ocorrer era o plantio de muitas sementes por cova, uma vez que ao “colocarmos cinco leitões a comer num cocho muito pequeno, há mais desordem que aproveitamento”. Desta forma, era preferível reduzir o espaçamento entre covas e usar um menor número de plantas por cova.

Vários fatores possibilitaram a modificação do arranjo de plantas, visando a maior produtividade. Entre esses, destacam-se os herbicidas de pós-emergência e, mais recentemente, os cultivares resistentes a herbicidas não seletivos, podendo-se reduzir o espaçamento entre fileiras. Isso dispensou o uso dos cultivadores, recomendado na década de 40. Outro fator de grande importância é o advento dos híbridos com arquitetura moderna, ou seja, com pendões menores, as lâminas das folhas com menores ângulos em relação ao colmo, colmos com maior tolerância ao quebramento e a podridões, plantas com menor acamamento e, conseqüentemente, cultivares com maior tolerância a altas densidades.

O arranjo espacial de plantas na área de cultivo ganhou importância nos últimos anos, tendendo à redução do espaçamento entre fileiras. Várias pesquisas com cultivares modernos indicam a redução do espaçamento entre fileiras, hoje, de 0,4 a 0,6 m, e o aumento da população de plantas, ficando entre 60 a 75 mil plantas por hectare (Kappes *et al.*, 2011; Farinelli *et al.*, 2012). Em 1944 a população de plantas era calculada pelo peso de sacaria, sendo recomendado de 8-10 quilogramas para as variedades duras e 12-15 quilogramas por hectare para as variedades dentadas.

Controle de plantas daninhas

“O cultivo mecânico é rápido, eficiente e perfeito. Dá melhor condição de vida a planta e beneficia o solo com menos tempo e menos dinheiro.”

Antônio Secundino de São José.

Esta afirmação faz referência ao inovador método de controle de plantas daninhas da época: o uso de cultivadores. Na década de 40, a grande maioria dos cultivos ainda tinha como principal método de controle de plantas daninhas o uso da enxada, a qual, como afirma São José (1944), produz trabalho demasiadamente lento e imperfeito, encarecendo a produção e diminuindo a capacidade competitiva do produtor rural. Em geral, a utilização da enxada ainda se dava quando a planta daninha já estava em período de floração, sendo que a competição exercida por ela, até o momento, teria sido grande, induzindo a prejuízos na produtividade.

Nos dias atuais, os grandes cultivos, ou mesmo as pequenas áreas, têm o controle de plantas daninhas, em quase totalidade, realizado a partir do controle químico, por meio de herbicidas seletivos e de uso pós-emergente. Este controle é feito, em sua maioria, quando as plantas daninhas estão pouco desenvolvidas, minimizando o período de competição entre elas e a cultura. O último cenário traz ainda os cultivares transgênicos, com eventos para resistência a herbicidas não seletivos, como o glifosato e o glufosinato de amônio.

Nos cultivos atuais, a utilização de arranjos diferenciados de plantas, com menores espaçamentos entre fileiras e maior população, bem como o uso de híbridos com maior capacidade de desenvolvimento inicial e arquitetura moderna, permite que as plantas de milho sombreiem o solo mais rapidamente, reduzindo a capacidade competitiva das plantas daninhas. Além disso, o uso do plantio direto e a deposição de palhada sobre o solo também minimizam esta capacidade competitiva.

Embora muito se tenha estudado com relação ao período de controle (Kozłowski, 2002), aos métodos de controle (Chiovato *et al.*, 2007), ao dano econômico (Vidal *et al.*, 2004), à ecofisiologia (Procópio *et al.*, 2004)

das plantas tidas como daninhas, elas ainda merecem toda a atenção quanto a seu convívio ou controle para a manutenção da produtividade, construída pela época de plantio, pelas adubações e pelos cultivares.

Os prejuízos econômicos provocados pelas plantas daninhas variam conforme a região e o cultivo em questão. Na região sudoeste do Paraná, por exemplo, Martin *et al.* (2011) identificaram em 2007 e 2008 que aproximadamente 94,08 e 88,24%, respectivamente, das lavouras foram pulverizadas com herbicidas, e evidenciaram como principais plantas daninhas o Milhã (*Brachiaria fasciculata*), o Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), Colômbio (*Panicum maximum*), Papuã (*Brachiaria plantaginea*), Corda-de-viola (*Ipomoea aristolochiaefolia*), Picão-preto (*Bidens pilosa*), Buva (*Conyza bonariensis*) e Guanxuma (*Sida rhombifolia*). Esses dados evidenciam a mudança de paradigmas no controle de plantas daninhas nestes 70 anos.

Pragas e doenças

“O fazendeiro progressista deve estar sempre atento e disposto a proteger suas culturas contra o ataque de doenças e pragas.”

Antônio Secundino de São José.

São José (1944) afirmava que as principais pragas e doenças (ratos, caruncho, borboleta indiana, carvão e podridões) não tinham “natureza séria”. Nos dias de hoje, cada vez mais os “fazendeiros progressistas” estão atentos e dispostos a proteger a produtividade da cultura do milho contra as mais variadas pragas e doenças, as quais assumem papel de destaque na cultura do milho.

A diversidade de pragas que causam prejuízos à cultura do milho é muito grande, abrangendo diversas espécies, de diferentes formas de controle, intensidade e dano econômico. Em geral, as pragas podem ser classificadas em subterrâneas [larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*), larva-aramé (*Agriotes spp.*, *Conoderus spp.*, *Melanotus spp.*)]; pragas de superfície [lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*)]; e pragas da parte aérea [lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), Broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), percevejo-barriga-verde (*Dichelops spp.*) e percevejo marrom (*Leptoglossus zonatus*)].

Nesse sentido, Martin *et al.* (2011) observaram que, nos anos de 2007 e 2008, aproximadamente 75,15 e 48,53%, respectivamente, dos agricultores do sudoeste do Paraná fizeram aplicações de inseticidas. As pragas mais evidenciadas foram a lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) e a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Com menor relevância de ataque, foram observadas o percevejo (*Cimex lectularius* L.), o bicudo (*Anthonomus grandis*

B.), lagarta-rosca (*Nomophila sp.*), a lagarta-medideira (*Pseudoplusia includens*) e a broca do milho (*Sesamia nonagrioides* Lef.).

O combate aos diferentes insetos pragas está sendo realizado, em sua grande maioria, por controle químico. No entanto, o uso de substâncias de origem vegetal e de inseticidas biológicos está ganhando grande enfoque da pesquisa, pois são preparados com agentes entomopatogênicos, são seletivos, têm baixa toxicidade e são eficientes contra várias espécies de pragas (Silva *et al.*, 2008). O uso do controle por meio químico seleciona populações resistentes do inseto, provocando efeitos deletérios ao ambiente e elevando os custos (Dalvi *et al.*, 2011).

A mais nova tecnologia para o controle de insetos é a utilização de cultivares com eventos transgênicos (Bt), que apresentam um evento obtido de uma bactéria do solo (*Bacillus thuringiensis*), que proporciona resistência às lagartas de lepdópteros. Esses mesmos híbridos exigem um manejo especial, principalmente em relação à área de escape, para que não ocorram novas gerações de insetos resistentes ao evento, diminuindo significativamente a vida útil dessa tecnologia.

Colheita

“Todo fazendeiro deve procurar resolver seu problema de colheita e transporte de modo que todo o trabalho fique mais rápido e mais barato”

Antônio Secundino de São José.

A colheita, no ano de 1944, era realizada de forma totalmente manual e representava um custo elevado para o produtor. Nesse contexto, o autor expressou a grande preocupação com relação a esta operação que, por vezes, era negligenciada pelo produtor.

Nos dias atuais, as colhedoras automatizadas estão presentes nas mais variadas regiões de cultura do milho, dispondo-se, por vezes, de alta tecnologia e excelente desempenho na operação. Esta alta tecnologia empregada na colheita representa mais de 10% dos custos com a implantação e condução da lavoura de milho, o que não exclui as perdas decorrentes da colheita, sendo que, em alguns casos, podem chegar a mais de 11% de perdas, as quais poderiam ser revertidas em lucro para o produtor. Essas perdas ocorrem por causa de vários fatores, relativos à idade e à conservação da máquina (Mesquita *et al.*, 2002), à qualificação do operador (Alves Sobrinho *et al.*, 1998) e ao período de colheita (Portella, 2000).

Armazenagem

“Não adianta produzir milho bom, muito e barato, para ser comido pelas pragas depois de colhido. O milho, bem expurgado e bem armazenado, conserva-se de um ano para outro sem prejuízo apreciável.”

Antônio Secundino de São José.

O processo de armazenagem de milho, em 1944, dava-se, preferencialmente, pelo armazenamento de espigas com palha, tendo os ratos e carunchos como os principais causadores de prejuízos ao produto armazenado.

De acordo com Carvalho (1978), as pragas que ocorriam no momento do armazenamento de grãos de milho apresentavam-se como as maiores causadoras de perdas, podendo chegar a 20% do produto armazenado.

Atualmente, existe avançado conhecimento sobre controle de pragas e silos de alta eficiência. Entretanto, no quesito armazenamento observa-se que ainda há perdas significativas, apesar da tecnologia disponível. Estimativa de perdas quantitativas de grãos armazenados no Brasil apontam médias anuais de 10% (Beskow & Deckers, 2002), podendo chegar aos 20%, comuns no passado, em algumas regiões produtoras (Weber, 2005).

Além das perdas quantitativas, ocorridas dentro do sistema de armazenamento, no Brasil ainda existe sérios gargalos a serem resolvidos. As taxas de crescimento da produção agrícola brasileira não foram acompanhadas por melhorias nas atividades de secagem, beneficiamento e armazenamento de grãos, tidas como de pós-colheita (Lima Jr *et al.*, 2012; Kolling *et al.*, 2012). A precária infraestrutura de armazenamento e à logística cara e ineficiente, são os principais gargalos do agronegócio brasileiro. Segundo relatórios da Conab (2012), a capacidade estática de armazenagem, no Brasil, foi de aproximadamente 145 milhões de toneladas, ante uma produção prevista para a safra de 2012/13 de mais de 180 milhões de toneladas de grãos. Logo, a capacidade de armazenamento recomenda que é de 1,2 vezes a produção agrícola anual, no Brasil é de 0,81%, ou seja, falta silos para 72 milhões de toneladas de grãos no País.

Além do número reduzido, os armazéns estão em más condições e os trabalhadores ali dispostos geralmente apresentam falta de capacitação. O produto fica sujeito a altos teores de água, acarretando o surgimento de fungos e bactérias, além de problemas com pragas de grãos armazenados (Lima Jr *et al.*, 2012), mostrando que os anos passaram, produz-se mais e melhor, mas a conservação e o transporte ainda parecem estar como na década de 40.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas agrícolas recomendadas a 70 anos atrás para a cultura do milho diferem bastante das atualmente empregadas em vários aspectos. De modo geral observa-se a transição de uma agricultura de pequena escala, com uso de insumos locais, com inexistência de mecanização,

para uma agricultura de grande escala, moderna, altamente dependente de insumos externos, principalmente quanto ao uso de sementes híbridas, ao uso de cultivares transgênicas, ao uso de adubos e defensivos químicos, ao aumento da mecanização e ao aumento da densidade de plantas por unidade de área como consequência da redução do porte das plantas e do espaçamento entre linhas.

Estas mudanças foram fundamentais para que a produtividade brasileira da cultura do milho aumentasse 3,79 vezes e o País atingisse hoje a posição de terceiro maior produtor e exportador de milho do mundo, saltando de 5,6 milhões de toneladas em 1944 para 81,5 milhões de toneladas em 2013.

Apesar das inquestionáveis mudanças, várias práticas agrícolas recomendadas pelo professor Antônio Secundino de São José em 1944 continuam válidas e atuais, como o uso de híbridos para viabilizar maiores produtividades, a exclusão do fogo na limpeza das áreas para cultivo, a necessidade de se produzir com baixo custo e alta eficiência refletindo em benefícios para a sociedade, a fertilização do solo com adubos verdes e a consorciação de culturas, dentre outras.

REFERÊNCIAS

- Agrianual (2014) Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo, FNP. 463p.
- Alcântara FA, Neto AEF, Paula MB, Mesquita HA & Muniz JÁ (2000) Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:277-288.
- Alvarenga RC, Porfírio-da-Silva V, Gontijo Neto MM, Vianc MCM & Vilela L (2010) Sistema Integração lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. *Informe Agropecuário*, 31:59-67.
- Alves Sobrinho T, Hoogerhei-de HC & Alves LA (1998) Diagnóstico de colheita mecânica da cultura de soja no município de Dourados, Mato Grosso do Sul. *Revista de Ciências Agrárias*, 1:40-42.
- Andrade RS, Stone LF & Silveira PM (2009) Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13:411-418.
- Beskow P & Deckers D (2002) Capacidade brasileira de armazenagem de grãos. In: Lorini I, Miike LH & Scussel VM (Ed.) *Armazenagem de grãos*. Campinas, IBG. p.97-115.
- Carneiro MAC, Souza ED, Reis EF, Pereira HS & Azevedo WR (2009) Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:147-157.
- Carvalho RPL (1978) Pragas do milho. In: PATERNIANI E (Coord.) *Melhoramento e produção de milho no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill. 50p.
- Celeres (2013) Informativo biotecnologia. Disponível em: <<http://celeres.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2013/12/IB13021.pdf>>. Acessado em: 15 de setembro de 2014.
- Chaudhry AU & Ullah MI (2001) Influence of seed size on yield, yield components and quality of three maize genotypes. *Journal of biological Sciences*, 1:150-151.
- Chiovato MG, Galvão JCC, Fontanetti A, Ferreira LR, Miranda GV, Rodrigues OL & Borba NA (2007) Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. *Planta Daninha*, 25:277-283.
- Conab (2012) Companhia Nacional de Abastecimento. Armazenagem / Capacidade estática. Disponível em: <<http://www.sisdep.conab.gov.br/capacidadeestatica>>. Acessado em: 02 de outubro de 2014.
- Conab (2014) Companhia Nacional de Abastecimento. Safras / Séries Históricas. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 11 de novembro de 2014.
- Cortez JW, Furlani CEA, Silva RP & Lopes A (2006) Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. *Engenharia Agrícola*, 26:502-510.
- Crews TE & Peoples MB (2004) Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, 102:279-297.
- Cruz JC, Silva GH, Pereira Filho IA, Gontijo Neto MM & Magalhães PC (2011) Sistema de produção de milho safrinha de alta produtividade: Safras 2008 e 2009. Sete Lagoas, Embrapa. 10p. (Circular Técnica, 160).
- Dalvi LP, Andrade GS, Pratisoli D, Polanczyk RA & Melo RL (2011) Compatibilidade de agentes biológicos para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrarian*, 4:79-83.
- Dias VO, Alonço AS, Baumhardt UB & Bonotto GJ (2009) Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. *Ciência Rural*, 39:1721-1728.
- Falleiro RM, Souza CM, Silva CSW, Sedyama CS, Silva AA & Fagundes JL (2003) Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1097-1104.
- FAO (2004) Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. El estado mundial de agricultura y la alimentación. La biotecnología agrícola: Una respuesta a las necesidades de los pobres? Roma, Colecion FAO. 227p.
- Farinelli R, Penariol FG & Fornasieri Filho, D (2012) Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. *Científica*, 40:21-27.
- Fuck MP & Bonacelli MB (2007) A Pesquisa Pública e a Indústria Sementeira nos Segmentos de Sementes de Soja Milho Híbrido no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, 6:87-121.
- Germino R & Benez HS (2006) Ensaio comparativo em dois modelos de hastes sulcadoras para semeadoras-adubadoras de plantio direto. *Engenharia Agrícola*, 21:85-92.
- Gilles L, Cogo NP, Bissani CA, Bagatini T & Portela JC (2009) Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1427-1440.
- Gonçalves SL, Caramori PH, Wrege MS, Shioga P & Gerage AC (2002) Épocas de semeadura do milho "safrinha", no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 24:1287-1290.
- IBGE (1947) Anuário estatístico do Brasil - Ano VII-1946, Rio de Janeiro: Serviço gráfico do IBGE. 549p.
- Kappes C, Andrade JAC, Arf O, Oliveira ÂC, Arf MV & Ferreira JP (2011) Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41:348-359.
- Kolling EM, Trogello E & Modolo AJ (2012) Inconvenientes técnico-operacionais de uma unidade beneficiadora e armazenadora de produtos agrícolas. *Engenharia na agricultura*, 20:52-59.

- Kozłowski LA (2002) Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*, 20:365-372.
- Lima Jr AF, Oliveira IP, Rosa SRA, Silva AJ & Morais MM (2012) Controle de pragas de grãos armazenados: uso e aplicação de fosfatos. *Revista Faculdade Montes Belos*, 5:180-194.
- Luciano RV, Bertol I, Barbosa FT, Kurtz C & Fayad JÁ (2010) Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 9:09-19.
- Maciel AD, Arf O, Silva MG, Sá ME, Buzetti S, Andrade JAC & Bianchini Sobrinho E (2004) Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema de plantio direto. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 26:309-314.
- Martin TN, Venturini T, Api I, Pagnoncelli A & Vieira Jr PA (2011) Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. *Revista Ceres*, 58:1-8.
- Mesquita CM, Costa NP, Pereira JE, Maurina AC & Andrade JGM (2002) Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. *Engenharia Agrícola*, 22:398-406.
- Oliveira MA, Zucareli C, Spolaor LT, Domingues AR & Ferreira AS (2012) Desempenho agrônomico do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16:1040-1046.
- Portella JÁ (2000) Colheita de grãos mecanizada - Implementos, manutenção e regulagem. Viçosa, Aprenda Fácil. 190p.
- Procópio SO, Santos JB, Silva AA, Donagemma GK & Mendonça ES (2004) Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. *Planta Daninha*, 22:35-41.
- Reis EF, Schaefer CEGR, Fernandes HC, Naime JM & Araújo EF (2006) Densidade do solo no ambiente solo-semente e velocidade de emergência em sistema de semeadura de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:777-786.
- Reis GN, Furlani CEA, Silva RP, Gerlach JR, Cortez JW & Grotta DCC (2007) Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. *Engenharia Agrícola*, 27:194-200.
- Rodrigues TRD, Broetto L, Oliveira PSR & Rubio F (2012) Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. *Bioscience Journal*, 28:509-514.
- São José AS (1944) O Milho: como produzi-lo melhor e mais barato. *Revista Ceres*, 5:421-440.
- Silva AB, Beserra EB & Dantas JP (2008) Utilização de *Metarhizium anisopliae* e extratos vegetais para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepdoptera: Noctuidae) em milho. *Engenharia Ambiental*, 5:077-085.
- Valentini L, Andrade WEB, Fernandes GMB, Souza Filho BF & Amorim Neto S (2002) Milho Recomendações Técnicas. Niterói, Pesagrorio. (Documentos, 97).
- Vazquez GH, Arf O, Sargi BA & Pessoa ACO (2012) Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. *Bioscience Journal*, 28:16-24.
- Vidal RA, Spader V, Fleck NG & Merotto Jr A (2004) Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. *Planta Daninha*, 22:63-69.
- Vieira LS, Santos PCT & Vieira MNF (1988) Solos: propriedades, classificação e manejo. Brasília, MEC/ABEAS. p.109-118. (Programa Agricultura nos Trópicos, 2).
- Von Pinho RG, Vasconcelos RC, Borges ID & Resende AV (2007) Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. *Bragantia*, 66:235-245.
- Weber EA (2005) Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos. Canoas, Salles. 586p.