

Revisão Literária

Resumo

A qualidade final da silagem de milho está diretamente relacionada ao estado nutricional das plantas. Dos nutrientes exigidos pela cultura, o nitrogênio (N) é considerado o de maior importância. A presente revisão tem como objetivo discutir aspectos relacionados à dinâmica deste nutriente na planta de milho, dando ênfase em sua influência nos diversos eventos fisiológicos dos quais participa. A produção de matéria seca depende da fonte e da forma de fornecimento deste elemento à planta. O uso de *Azospirillum brasilense* vem ganhando destaque através da fixação biológica de nitrogênio, por reduzir os custos de produção pela economia no uso de N mineral, bem como, pelo incremento de produção devido a um aproveitamento mais regular do nutriente em relação aos adubos minerais, garantindo assim, maior produtividade e qualidade do material. Com melhor entendimento das funções deste nutriente à planta, das alternativas de fornecimento e de técnicas de manejo pode-se obter uma silagem de maior valor nutricional, em razão do aumento da concentração de proteína na planta. Além disso, ocasiona maior produção de matéria-seca por unidade de área, incremento na produção de grãos, aumento do seu valor energético, influencia na concentração de fibras do material ensilado e possivelmente no desempenho dos animais.

Palavras-chave: fibra em detergente neutro; produção de matéria seca; porcentagem de grãos na silagem

Influencia de lo abono nitrogenado en la calidad de ensilaje de maíz

Resumen

La calidad final de ensilaje de maíz está directamente relacionada con el estado nutricional de las plantas. De los nutrientes requeridos por el cultivo, el nitrógeno (N) es considerado el más importante. Esta revisión tiene como objetivo discutir temas relacionados con la dinámica de este nutriente en la planta de maíz, con énfasis en su influencia en los diversos eventos fisiológicos en los que participa. La producción de materia seca depende de la fuente y forma de suministro de este elemento a la planta. El uso de *Azospirillum brasilense* ha tenido prominencia a través de la fijación biológica de nitrógeno mediante la reducción de los costes de producción para la economía en el uso de N mineral, así como con el incremento de producción debido al uso más regular de lo nutriente en relación con los fertilizantes minerales, asegurando así una mayor productividad y calidad del material. Con un entendimiento de las funciones de este importante nutriente a la planta, el suministro alternativo y técnicas de gestión puede obtener un mayor valor nutritivo del ensilaje, debido al aumento de la concentración de proteína en la planta. Además con el aumento de la producción de materia seca por unidad de área, aumento de la producción de grano, mayor valor energético, influye en la concentración de fibras del material ensilado y posiblemente en el rendimiento de los animales.

Palabras llave: fibra detergente neutra; rendimiento de materia seca; porcentaje de grano en ensilaje

Introdução

O milho (*Zea mays*) é cultivado praticamente em todas as regiões do mundo. Esta gramínea de cultivos anuais tem ciclo bem variado, podendo variar de 110 a 180 dias da semeadura até a colheita, dependendo da cultivar (VIEIRA JR., 1999).

O milho é um dos cereais mais expressivos do Brasil, com área total cultivada, resultante da soma da primeira e segunda safra, de 13.106,6 milhões de hectares, apresentando crescimento de 2,3% em relação à safra de 2009/2010. A média de produtividade nacional das duas safras estabeleceu-se em 4.158 kg ha⁻¹, 2,9% menor do que na safra

Recebido em: 26/07/2011

Aceito para publicação em: 10/11/2011

1 Mestrando do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná - UNICENTRO, Guarapuava-PR. simonebasi@hotmail.com

2 Eng. Agr., Dr., Prof. do Curso de Mestrado em Agronomia da Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná - UNICENTRO, Campus CEDETEG, Guarapuava-PR. mikaelneumann@hotmail.com; isandini@hotmail.com.

2009/2010 (CONAB, 2011). Essa cultura é de uso múltiplo, sendo utilizada na fabricação de vários produtos de uso humano e animal, em especial como fonte de matéria-prima para a indústria de alimentos.

Especificamente para a alimentação animal, o milho é utilizado para a produção de silagem como forma de amenizar custos de produção por meio do aumento de desempenho animal. Isso acontece pela possibilidade de reduzir as quantidades de alimento concentrado em função do fornecimento da silagem como alimento volumoso, principalmente em épocas em que a produção de pastagens é escassa ou quando se estabelece maior desafio de produção de leite ou carne (NOVAES et al., 2004).

Para aumentar a produtividade do milho e obter uma boa silagem, deve-se ter cuidado em todas as etapas que envolvem o processo de ensilagem. Um dos principais cuidados no manejo da cultura com vistas à produção de silagem está relacionado à adubação. O nutriente de maior importância para a cultura é o nitrogênio (ROBERTO et al., 2010), e ele exerce importantes funções no metabolismo vegetal podendo vir a influenciar na quantidade e qualidade da forragem ensilada.

O suprimento de nitrogênio pode ser feito de várias formas, entre elas, o fornecimento do nutriente através de adubos minerais, orgânicos e fixação biológica (FBN). Esta última, segundo SOARES (2009) vem ganhando importância pelo fato de promover economia, maior produtividade e consequentemente melhor qualidade de silagem de planta inteira. O objetivo desta revisão é de levantar informações referentes a dinâmica do N na planta de milho, enfatizando a sua influência nos diversos eventos fisiológicos dos quais participa.

Aspectos da Importância do nitrogênio para a planta de milho

O nitrogênio exerce importantes funções no metabolismo vegetal. É integrante de todos os aminoácidos fazendo parte da constituição de proteínas (80 a 85% do N total) (FLOSS, 2006), enzimas, fitocromos, coenzimas, ácidos nucleicos (DNA e RNA), bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas) (TAIZ e ZEIGER, 2004), molécula da clorofila, (ANDRADE et al., 2003) e fitohormônios (BISSANI et al., 2008).

Desta forma, o N está relacionado ao crescimento e ao rendimento da planta. Isso se deve principalmente ao fato deste nutriente estar

associado ao crescimento e desenvolvimento dos drenos reprodutivos e por participar na molécula de clorofila, indispensável para a manutenção da atividade fotossintética (MARTIN et al., 2011). Aproximadamente 60% do N presente na folha está associado ao cloroplasto (BELOW, 2002).

De modo geral pode-se dizer que o nitrogênio é determinante para o crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas, já que pode influenciar nos processos fisiológicos essenciais para a manutenção da vida vegetal.

Fontes de fornecimento de N e assimilação pelas plantas

O nitrogênio pode ser fornecido para a cultura através da matéria orgânica (MO) presente no solo resultante de culturas antecessoras, por fertilizantes orgânicos e minerais (ASSMANN et al., 2008) e atualmente também vem se estudando a contribuição da fixação biológica (bactéria *Azospirillum* spp.). As plantas absorvem o nitrogênio na forma de íons NO_3^- (nitrato) e NH_4^+ (amônio). Primeiramente ocorre a conversão de nitrato a nitrito (NO_2^-), através da ação da enzima nitrato redutase. Esta fase da rota de assimilação de N na planta depende da disponibilidade de fotoassimilados, mais especificamente de carboidratos e de fornecimento contínuo de NO_3^- para as folhas. A segunda etapa do processo se resume na conversão de nitrito a amônia, pela ação da enzima nitrito redutase. E por fim, a amônia produzida será assimilada pela glutamina (amina) e glutamato (aminoácido), representando o N na forma orgânica, das fontes (órgãos produtores ou de armazenamento) para os drenos (partes vegetativas e reprodutivas em formação como os grãos, ou em déficit fotossintético) no sistema de distribuição de fotoassimilados via floema (LAM et al., 1996).

A maior parte do nitrogênio está presente na atmosfera, no entanto somente alguns organismos procariontes são capazes de fixar este nitrogênio atmosférico e por intermédio da ação de enzimática (enzima nitrogenase) transformá-lo em amônia (NH_3) ou em íons de amônio (NH_4^+) para que a planta possa incorporá-lo em forma de nitrogênio orgânico. Esse processo é conhecido por fixação biológica (MARTINS et al., 2003; MORGANTE, 2009) que no caso do milho, acontece através de bactérias associativas do gênero *Azospirillum* que penetram no interior da planta estabelecendo uma relação

benéfica com a mesma (DIDONET et al., 1996), sendo que produtos da fotossíntese são liberados pela planta para que as bactérias associativas absorvam, então estas, fixam o nitrogênio e transferem o NH_4^+ que será transformado em aminoácidos pela ação das enzimas glutamina sintetase (GS) e glutamato sintetase (GOGAT) que formam respectivamente a glutamina e glutamato, utilizados pela planta (MORGANTE, 2009).

A inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* vem ganhando destaque em função de algumas vantagens que tem quando comparado a adubação mineral, principalmente pelo fato de não existirem perdas do N fixado, como ocorre com fertilizantes minerais, isso gera melhor aproveitamento deste nitrogênio pelas plantas (SOARES, 2009).

No Brasil, esta técnica pode gerar uma economia de 30 a 50 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de adubo sintético (FANCELLI, 2010). Além disso, há evidências práticas de que em diferentes condições, isto possa vir a incrementar a produtividade do milho. De acordo com HUNGRIA (2011) a inoculação das sementes associada a adição de 24 kg ha^{-1} de N na semeadura e 30 kg ha^{-1} de N no estágio de florescimento, rendimentos médios em torno de 7000 kg ha^{-1} são obtidos e desta forma, viabiliza a "safrinha" em regiões onde é possível se fazer duas safras por ano.

Em pesquisa realizada avaliando o rendimento de grãos de milho (kg ha^{-1}) em resposta a adubação nitrogenada e a inoculação das sementes com produto pré-comercial a base de *Azospirillum brasilense*, BARROS NETO (2008) identificou 9% de aumento na produtividade de grãos de milho em razão do uso do inoculante. A produtividade média obtida nas parcelas onde se realizou a inoculação foi de 9.814 kg ha^{-1} , sendo que onde não houve a inoculação, a média de produtividade obtida foi de 9.021 kg ha^{-1} .

Já OKON e VANDERLEYDEN (1997) numa pesquisa fundamentada em 22 anos de experimentos com inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum* spp., concluíram que o ganho com *Azospirillum* spp. não está somente relacionado a sua capacidade de auxiliar no fornecimento a planta de compostos nitrogenados resultantes da fixação biológica, mas também, através da produção, pela bactéria, de substâncias promotoras de crescimento, como auxinas, giberilinas e citocininas. Plantas inoculadas com *Azospirillum* spp. tem a morfologia do sistema radicular alterados (aumento do número de radículas, do diâmetro médio das raízes laterais e de

adventícias), o que possibilita a exploração de maior volume de solo, e aumenta a superfície de absorção das raízes da planta.

Assim como a absorção de N do solo, a fixação biológica também tem gastos (MORGANTE, 2009). No entanto, para que se tenha incremento na produtividade do milho, há a necessidade de fornecer o nitrogênio na forma mineral. Além dos custos com a adubação, existe também a preocupação com a contaminação do ambiente, causada por uso inadequado de fertilizantes nitrogenados. Desta forma, a fixação biológica vem como uma alternativa para suplementar a adubação nitrogenada, em função do incremento de produtividade que se tem não só pela fixação de nitrogênio, mas também pela produção de hormônios produzidos por essas bactérias promotoras de crescimento, onde a planta tem a possibilidade de absorver melhor a água e os nutrientes presentes no solo, aumentando as chances de se desenvolver melhor, produzindo silagem de qualidade superior.

Exigências da cultura

Para facilitar o manejo e atender as necessidades da cultura, o ciclo do milho é dividido em estágios, que determinam períodos críticos. Cada cultura tem exigências nutricionais específicas. Para o milho indiferente da sua forma de utilização final, o nutriente de maior importância é o nitrogênio, já que é o mais absorvido e o que mais limita a produção (ROBERTO et al., 2010). A eficiência de absorção do nitrogênio (N) pelas plantas normalmente é igual ou menor que 60% (BROCH e RANNO, 2008).

O estágio fisiológico em que define o número de óvulos e ovários contidos na espiga (estágio 3) (MAGALHÃES e DURÃES, 2006) é diretamente relacionado com a disponibilidade de nitrogênio (UHART e ANDRADE, 1995 citado por FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

Para aumentar a produtividade do milho, deve-se considerar a adubação da cultura, pois esta pode influenciar na qualidade dos grãos como da silagem. Tradicionalmente, conforme FANCELLI (2010) é recomendado aplicar de 35 a 50 kg ha^{-1} de N na semeadura e o restante em cobertura, quando a planta de milho apresentar 4 folhas completamente desdobradas, sendo que o limite máximo para fazer a aplicação é quando a planta tiver 8 folhas completamente expostas. Quando a dose necessária, calculada a partir de uma análise de solo, for maior que 150 kg ha^{-1} de N e na composição do solo haver

mais de 35% de argila, a dosagem de N deve ser parcelada. Quando isto ocorrer, a primeira dose deve ser aplicada quando a planta tiver entre três e quatro folhas e o restante entre seis e oito folhas. Para a produção de milho silagem, considera-se necessário aproximadamente de 1 a 1,2% de N na planta. Por exemplo, para a produção de oito toneladas de grãos ou 16.000 kg ha⁻¹ de MS, a planta vai extrair do solo aproximadamente 200 kg ha⁻¹ de N, o equivalente a 444 kg ha⁻¹ de uréia (MARTIN et al., 2011).

Para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada é importante levar em conta a dinâmica do nitrogênio no solo, pois trata-se de um nutriente sujeito a perdas por lixiviação, volatilização na forma amoniacal (N-NH₃), imobilização, mobilização, nitrificação, desnitrificação e mineralização (RAMBO et al., 2004; SOUZA et al., 2008).

Existe uma ligação direta entre a formação de grãos com a translocação de açúcares na planta de milho. A sacarose e o nitrogênio contidos nos órgãos vegetativos são levados das fontes até os drenos para promover o desenvolvimento das espigas e mais especificamente dos grãos. O nitrogênio que se translocou dos órgãos vegetativos da planta até o grão, será armazenado em grande parte como proteína (CRAWFORD et al., 1982). Estima-se que 70% do N é translocado para o grão e o restante (30%) fica na parte vegetativa da planta, sendo assim pode haver influência da adubação nitrogenada sobre o valor nutricional da silagem resultante (MARTIN et al., 2011).

Experimentos avaliando produtividade do milho com diferentes doses de N resultaram em produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho aumentadas conforme foram elevadas as doses de nitrogênio (MELO et al., 1999; ARAÚJO et al., 2004). No experimento de ARAÚJO et al. (2004) foram usadas diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho, no entanto, a dose de 240 kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou maior produtividade (11.203 kg ha⁻¹) quando comparada ao tratamento testemunha (8.755 kg ha⁻¹), que recebeu 0 kg ha⁻¹ de N, sendo o incremento na produtividade de grãos de 2.448 kg ha⁻¹ (28%).

Influência da adubação nitrogenada nos componentes da planta de milho e na silagem de planta inteira

O nitrogênio exerce papel fundamental tanto na produção de milho grão quanto de silagem de milho, sendo que diferentes doses de adubação

nitrogenada no milho podem influenciar diretamente sobre os componentes da planta (NEUMANN et al., 2005).

Para se produzir silagem a forrageira escolhida deve satisfazer os quesitos básicos, que são: ter entre 30 a 37% de MS e apresentar no mínimo 10 a 15% de carboidratos solúveis na MS. Das culturas mais utilizadas no processo, o milho é o que tem maior capacidade de atender essas premissas (NUSSIO et al., 2001).

O grão é um componente da silagem de milho de grande importância. Apresenta na sua composição média, baseada na matéria seca, 72% de amido, 9,5% proteína bruta, 9% fibra em detergente neutro e 4% de óleo (PAES, 2006). O amido é formado pela combinação de moléculas de glicose (açúcar), que é um carboidrato. Normalmente ele representa 90% dos carboidratos não fibrosos de uma dieta, por isso, é considerado a forma de carboidrato mais comum na alimentação. Desta forma, é correto afirmar que o grão de milho é um alimento energético, já que é composto em grande parte por amido (VIEIRA, 2003).

O grão contribui na composição da silagem de milho para assegurar que o valor nutritivo do material original fique o mais próximo possível daquele do momento em que a forragem foi ensilada (NUSSIO, 1992). Um bom material para ensilagem deve ter em sua composição aproximadamente 40 a 50% de grãos na MS da planta. Quanto mais próximo de 50% for esta proporção, melhor ocorrerá a fermentação do silo, maior será o valor energético, a digestibilidade aparente, o consumo e a melhora da conversão alimentar (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

Este componente do milho também proporciona maiores teores de matéria seca (NUSSIO, 1992) e menores percentagens de fibra em detergente neutro (FDN) e ácida (FDA) na silagem, resultando em maior qualidade deste alimento (MELO et al., 1999).

A produção de grãos depende da área foliar fotossinteticamente ativa da planta, sendo que, folhas bem nutridas de N possuem maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante o processo de fotossíntese (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004). Isto resulta em acúmulo de matéria seca de folhas e espigas e maior rendimento de grãos (NEUMANN et al., 2005; PELLEGRINI et al., 2010).

CARDOSO et al. (2009) realizaram um trabalho relacionado a importância do amido (grão) na silagem de milho em dietas de vacas em lactação e verificaram que a silagem com maior teor de amido

(24,53% na MS) proporcionou melhor desempenho animal do que outra silagem com 18,76% de amido na MS, sendo que, a média de produção de leite foi superior, as sobras de cocho tenderam a serem menores quando os animais foram alimentados com silagem que tinha maior teor de amido.

Contudo, é importante ressaltar que o valor nutritivo da silagem é determinado não somente pela porcentagem de grãos na massa total, mas também, pela qualidade e pela participação dos componentes estruturais da planta como caule, folhas, sabugo e palhas (NUSSIO et al., 2001).

À medida que se aumenta as doses de N, maior será a produção de espigas. Com o aumento da fertilização (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹ de N), os valores do diâmetro da espiga foram de 27,1, 26,4, 27,5, 28,0, 27,8 e 28,0 mm, respectivamente, os valores de matéria seca da espiga foram de 39,1, 39,8, 40,6 40,7, 43,4 e 42,1 g, respectivamente, enquanto que para comprimento de espiga (também com as mesmas doses de N) apresentou valores de 16, 16,2, 16,3, 17, 17, 16,9, respectivamente (LOPES et al., 2010a).

As fontes de nitrogênio e o modo de aplicação das mesmas também podem influenciar na produção de milho. LOURENTE et al. (2007) observaram diferenças no número de grãos por espiga e no teor de nitrogênio foliar quando utilizaram diferentes fontes de nitrogênio na cultura do milho. Da mesma forma SANGÓI et al. (2010) relataram diferenças de rendimentos quando utilizadas distintas fontes de nitrogênio, onde a aplicação de nitrogênio na forma de uréia gerou maior rendimento de grãos e maior número de grãos por espiga, quando comparado ao nitrato de amônio.

O número de espigas por planta, o peso das espigas com e sem palha e o peso de mil grãos são componentes de produção influenciados pelo fornecimento de N, sendo que a produção máxima de grãos foi 8,58 t ha⁻¹ com a dose de 201,2 kg ha⁻¹ de N. Esses componentes quando avaliados de acordo com a dose de adubo nitrogenado aplicado demonstraram aumento de forma quadrática conforme as doses do de N foram crescendo (FERREIRA et al., 2001).

NEUMANN et al. (2005) constataram que para cada quilograma de uréia (45% de N) aplicado em cobertura no milho para silagem, há um aumento de 58,95 kg ha⁻¹ de MS (matéria seca) e de 112,96 kg ha⁻¹ de MV (matéria verde) na produção, assim como observaram um aumento significativo de 6,2% na participação de grãos na estrutura da planta quando aplicados 135 kg ha⁻¹ de N (29,9%) em comparação

ao tratamento controle com 0 kg ha⁻¹ de N (23,7%).

Na pesquisa de FERREIRA et al. (2001), o intuito foi de avaliar os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção e qualidade dos grãos de milho puderam constatar que o teor de proteína bruta (PB) no grão passou de 7,5 para 10,5% para doses de 0 e 210 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio, respectivamente. Além disto, puderam observar incremento dos nutrientes minerais no grão, tais como, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. Também constataram que não houve incremento na participação de sabugo, brácteas e colmo, componentes estes de menor digestibilidade da silagem.

Conforme JANSSEN (2009) o N aplicado em cobertura pode elevar a concentração de teor de PB na MS da planta inteira, apesar do uso de diferentes doses deste nutriente não afetar a FDN na MS. LOPES et al. (2010b) observaram que a PB nos grãos de milho foi incrementada até a dosagem de 160 kg ha⁻¹ de N. Acima deste valor os autores constataram manutenção dos teores de PB e uma correlação linear e positiva de 0,98 entre nível de N e com a produtividade de biomassa.

SOUZA et al. (2008) também avaliaram a influência das diferentes doses de N sobre a qualidade da silagem de milho e verificou que a FDN, a FDA e a digestibilidade da MS não foram afetadas significativamente, apenas a PB sofreu aumento linear à medida que a dose do adubo nitrogenado aumentou.

Sendo assim, é possível obter silagem de qualidade superior com acréscimo nas doses de adubação nitrogenada para a cultura, já que o N elevar o teor de PB na MS da planta inteira, incrementar os nutrientes minerais dos grãos, produção MS e de MV, assim como influenciar na participação das frações da planta na silagem de planta inteira, com aumento no comprimento médio de espigas, e acréscimo significativo da participação de grãos na estrutura da planta. Também há influência das fontes de adubação nitrogenada sobre a resposta produtiva da planta e na composição nitrogenada foliar. Contudo, é válido afirmar que silagens de maior valor nutricional tendem a melhorar o consumo e o desempenho dos animais.

Conclusões

O nitrogênio afeta a qualidade dos grãos, pois exerce papel fundamental na formação e composição deste componente da planta, além de apresentar

estreita relação com a produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho.

A fixação biológica é uma alternativa suplementar à adubação nitrogenada, pois pode incrementar a produtividade da cultura, através da fixação biológica de nitrogênio por *Azospirillum*

brasilense e da produção de hormônios produzidos por essa bactéria.

É válido afirmar que a planta de milho bem suprida em nitrogênio pode dar origem a uma silagem de maior valor nutricional, a qual tende a melhorar o consumo e o desempenho dos animais.

Referências

- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; QUEIROZ, D.S.; SALGADO, L.T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Revista Ciência e Agrotécologia**. ed. Especial. p.1643-1651, 2003.
- ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.8. p.771-777, 2004.
- ASSMANN, T.S.; ASSMANN, A.L.; ASSMANN, J.M. Ciclagem de nutrientes e adubação. In: ASSMANN, A.L.; SOARES A.B.; ASSMANN, T.S. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR, 2008. p.16-24.
- BARROS NETO, C.R. **Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* no rendimento de grãos de milho**. 2008. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa.
- BELOW, F.E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho**. Piracicaba: POTAFÓS, 2002. p.7-12 (Informações Agronômicas, 99).
- BISSANI, C.A.; GIANELO, C.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J. Nitrogênio e Adubos nitrogenados. In: BISSANI, C.A.; GIANELO, C.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J. (Ed.) **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.145-168.
- BROCH, D.L.; RANNO, S.K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho. In: BROCH, D.L. (Coord.) **Tecnologia de Produção: Soja Milho**. 2008/2009. n.5. Maracaju: Fundação MS, 2008. p.133-141.
- CARDOSO, D.A.D.B.; ANJOS, M.J.; ANDRADE FILHO, R. **Silagem de milho - Aspectos importantes do amido na produtividade e qualidade para vacas de alta lactação**. Rehagro Publicações. 2009. Disponível em: <http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=1936>. Acesso em: 17 abr. 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos: safra 2010/2011 - Quinto levantamento - fevereiro/ 2011**. Brasília: CONAB, 2011. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_02_09_
- CRAWFORD, T.W.; RENDIG, V.V.; BROADBENT, F.E. Sources, fluxes and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology**, v.70, p.1654-1660, 1982.
- DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.9, p.645-651, 1996.
- FANCELLI, A.L. **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute Brazil, 2010. p.1-16. (Informações Agronômicas, 131).
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. 2 ed. Piracicaba: Os autores, 2004. 360p.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2000. 360p.
- FERREIRA, A.C.B.; ARAÚJO, G.A.; FERREIRA, P.R.G.; CARDOSO, A.A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.131-138, 2001.
- FLOSS, E.L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê. In: _____. 3.ed. Passo fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. p.751. Cap.8: Nutrientes e desenvolvimento das culturas. p.541-569.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. 37p. (Documentos, 325).

JANSSEN, H.P. **Adubação nitrogenada para rendimento de milho silagem em sucessão ao azevém pastejado, pré-secado e cobertura em sistemas integrados de produção.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná – Curitiba, UFPR, 2009. 91f.

LAM, H.M.; COSCHIGANO, K.T.; OLIVEIRA, I.C.; OLIVEIRA, R.M.; CORUZZI, G.M. The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.47, p.569-593, 1996.

LOPES, M.M.S.; ALVES, G.A.R.; OLIVEIRA NETO, C.F.; OLIVEIRA, N.N.S.; M., J.A.; SANTOS, D.G.C.; OKUMURA, R.S.; LOBATO, A.K.S.; M., W.J.; MAIA, S. Proteína do Grão e Produtividade em Milho Submetido a Diferentes níveis de Adubação Nitrogenada. **In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. 2010b, CD-Rom.**

LOPES, M.M.S.; ALVES, G.A.R.; OLIVEIRA NETO, C.F.; OLIVEIRA, N.N.S.; M., J.A. SANTOS, D.G.C.; OKUMURA, R.S.; LOBATO, A.K.S.; M., W.J.; MAIA, S. Comprimento, diâmetro e matéria seca da espiga em milho sob influência de vários níveis de nitrogênio. **In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. 2010a, CD-Rom.**

LOURENTE, E.R.P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L.C.F. de, GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E.; RODRIGUES, E.T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.29, n.1, p.55-61, 2007.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho.** Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006. 10p. (Circular Técnica, 76).

MARTIN, T.N.; PAVINATO, P.S.; SILVA, M.R.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. **In: Anais do IV In: Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, Maringá. 2011. p.319. p.173-219.**

MARTINS, C.R.; PEREIRA, P.A.P.; LOPES, W.A.; ANDRADE, J.B. **Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a Importância na Química da Atmosfera.** Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n.5, p.28-41, 2003.

MELO, W.M.C.; VON PINHO, R.G.; VON PINHO, E.V.R.; CARVALHO, M.L.M.; FONSECA, A.H. Parcelamento da adubação nitrogenada sobre o desempenho de cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v.23, n.3, p.608-616, 1999.

MORGANTE, P.G. **Fixação Biológica e Assimilação de Nitrogênio.** 2009. Disponível em: <http://quimica10.com.br/10/wp-content/uploads/2009/01/lcb311-fixacao-biologica-e-assimilacao-de-nitrogenio-esalq-usp.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2011.

NEUMANN, M.; SANDINI, I.E.; LUSTOSA, S.P.C.; OST, P.R.; ROMANO, M.A.; FALBO, M.K.; PANSERA, E.R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.3, p. 418-427, 2005.

NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. **In: Anais da XIX Reunião Nacional de milho e sorgo, 19, Porto Alegre, 1992. p.155-175.**

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. de; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. **In: Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, Maringá. 2001. p.319.**

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **ASM News**, v.63, n.7, p.366-370, 1997.

PAES, M.C.D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho.** Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006. 6p. (Circular Técnica, 75).

PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELLEGRINI, A.C.R.S.; LUSTOSA,

- S.B.C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.
- RAMBO, L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**. v.34, n.5, p.1637-1645, 2004.
- ROBERTO, V.M.O.; SILVA, C.D.; LOBATO, P.N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. 2010b, CD-Rom.
- SANGÓI, L.; PICOLI JR., G.J.; VARGAS, V.P.; ZOLDAN, S.R.; PLETSCH, A.J.; VIEIRA, J.; CARNIEL, G.; SIEGA, E. A resposta do rendimento de grãos do milho a cobertura nitrogenada depende da fonte de N e do método de aplicação do fertilizante. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. 2010b, CD-Rom.
- SOARES, F.N. **Leguminosas forrageiras**. 2009. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Pará – UFPA, Castanhal.
- SOUZA, G.B., BERNARDI, A.C.C.; MONTE, M.B.M.; PAIVA, P.R.P. Produtividade e qualidade da silagem de milho adubado com a mistura de uréia e zeólita. In: FERTBIO 2008, Londrina. **Anais do Fertbio**, 2008. CD Rom.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Nutrição Mineral**. In: _____, Fisiologia vegetal. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722p. Cap.5: Nutrição mineral. p.96-101.
- VIEIRA JR., P.A. **Milho (Zea mays L.)**. In: CASTRO, Paulo R. C. e KLUGE, Ricardo A (Ed.). *Ecofisiologia de Cultivos Anuais – Trigo, Milho, Soja, Arroz e Mandioca*. São Paulo: Nobel, 1999. p.42-71.
- VIEIRA, R. **O que estuda a Bioquímica**. In: _____, Belém: Fundamentos de Bioquímica - Textos didáticos. 159p. Cap.1: Carboidratos. p.5-6.