

CLEYTON TELES CONTREIRAS PAIVA



**CULTIVO DE MILHO EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL COM
DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA**

RIO BRANCO - AC
2011

CLEYTON TELES CONTREIRAS PAIVA

**CULTIVO DE MILHO EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL COM
DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Tadário Kamel de Oliveira.

RIO BRANCO - AC
2011

© PAIVA, C. T. C. 2011.

PAIVA, Cleyton Teles Contreiras. **Cultivo de milho em plantio direto e convencional com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura.** Rio Branco: UFAC, 2011. 33f.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC.

P142c

Paiva, Cleyton Teles Contreiras, 1981-

Cultivo de milho em plantio direto e convencional com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura /Cleyton Teles Contreiras Paiva -- Rio Branco : UFAC, 2011.

33f : il. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Acre.

Orientador: Drº. Tadário Kamel de Oliveira.

Inclui bibliografia

1. *Zea mays*. 2. Manejo de solo. 3. Adubação nitrogenada em cobertura. I. Título.

CDD.: 633.15

CDU.: 633.15

CLEYTON TELES CONTREIRAS PAIVA

**CULTIVO DE MILHO EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL COM
DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA**

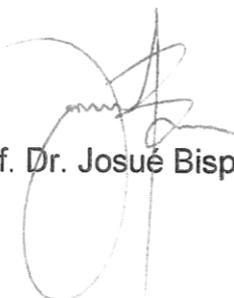
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 31 de agosto de 2011



Dr. Edson Alves de Araújo

SEAP



Prof. Dr. Josué Bispo da Silva

UFAC



Prof. Dr. Tadário Kamel de Oliveira
Embrapa - Acre
Orientador

RIO BRANCO - AC
2011

A toda a minha família
pelo apoio para vencer mais este desafio
Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela oportunidade dada.

A meus pais, Messias dos Santos Paiva e Rosangela Teles Contreiras Paiva, pela minha existência.

A minha esposa, Juliana Gadelha de Medeiros Paiva, pelo apoio, amor e compreensão.

Ao meu filho, Guilherme Medeiros Paiva, por ser toda a fonte de minha perseverança e determinação.

Ao meu orientador, professor Dr. Tadário Kamel de Oliveira, pelo apoio científico, diretrizes e acompanhamento do trabalho em todas as suas etapas.

A Universidade Federal do Acre, pela oportunidade de me dar uma formação, profissão e de qualificar ainda mais minha carreira.

A CAPES e CNPq, pelo apoio financeiro concedido na forma de bolsa de estudos.

Ao corpo docente do Curso de Pós-graduação em Agronomia pelas informações recebidas e conhecimentos adquiridos em suas disciplinas.

Aos membros da banca examinadora pela análise crítica deste trabalho bem como pelas valiosas sugestões apresentadas.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu conquistasse mais essa vitória em minha vida.

Os pequenos detalhes
da vida se transformam
na grande diferença
que seremos um dia

RESUMO

Atualmente, o sistema de produção da cultura do milho no Acre, necessita de ajustes tecnológicos que possibilitem recomendações técnicas confiáveis para produção do grão no Estado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da cultura do milho em plantio direto e convencional, com diferentes doses de nitrogênio em cobertura, no primeiro ano de cultivo; em área anteriormente ocupada com pastagem. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos das parcelas principais foram os sistemas de plantio direto e convencional com grade, sendo as doses de nitrogênio em cobertura com 0, 25, 50, 75, 100, 150 e 200 kg de N.ha⁻¹, na forma de uréia, os tratamentos das parcelas secundárias. O solo foi classificado em Argissolo Vermelho distrófico. Foram analisados: nitrogênio na planta, altura de plantas, produção de grãos por espiga, massa de cem grãos, rendimento de grãos. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e as médias foram submetidas ao teste de Tukey com $\alpha=0,05$. Para os efeitos significativos, os tratamentos secundários foram submetidos à análise de regressão. O sistema de preparo do solo que promove o maior crescimento, em altura de plantas de milho é o convencional com média de 2,20 m. Para as demais variáveis não houve diferença significativa entre os diferentes sistemas de preparo do solo, ou seja, no primeiro ano de cultivo não houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo (plantio direto e convencional). A cultura do milho em plantio direto e convencional aumenta seu desempenho produtivo de forma linear com o aumento da dose de nitrogênio em cobertura, até 200 kg.ha⁻¹.

Palavras-chave: *Zea mays*. Rendimento de grãos. Pasto degradado.

ABSTRACT

Nowadays, the Corn cultivation in Acre needs technologies to give safety to produce grain in this state. The objective of this study was to evaluate the productive performance of maize under different cropping systems and doses of nitrogen in coverage, in the first year planting, in an area previously with pasture. The experimental design was randomized blocks with split plots and four replications. The treatments were the no-tillage system and conventional tillage, and doses of nitrogen with 0, 25, 50, 75, 100, 150 and 200 N.ha kg⁻¹, in the form of urea. The soil was classified as Argissolo Vermelho distrófico. The variables analyzed were: nitrogen in the plant, plant height, grain yield per spike, weight of hundred grains, grain yield. The data collected were submitted to analyses of variance and means were submitted to Tukey test with $\alpha=0,05$. Secondary treatments were subjected to regression analysis. The system of tillage promotes the greatest growth in height of corn plants (2,20 m). The other variables did not differ between the systems of tillage. The corn crop in no-tillage system and conventional tillage increases its productive performance in a linear tendency according the increasing nitrogen doses in coverage, until 200 kg.ha⁻¹.

Keywords: *Zea mays*. Yield. Degraded pasture.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	- Clorofila (Spad) medida diretamente em folhas de plantas de milho cultivadas sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guimard, AC	27
GRAFICO 2	- Altura de plantas de milho cultivadas sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guimard, AC	28
GRAFICO 3	- Produção de grãos por espiga sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guimard, AC	29
GRAFICO 4	- Massa de cem grãos de milho sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guimard, AC	29
GRAFICO 5	- Massa de cem grãos de milho sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guimard, AC	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Análise química (camada de 0-20 cm) do Latossolo Vermelho distrófico sob pastagem onde foi conduzido o experimento de adubação nitrogenada em plantio direto e convencional	23
TABELA 2	- Efeito dos diferentes sistemas de preparo do solo na cultura do milho	27

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A	- Análise de variância do nitrogênio na planta (15 e 30 DAF), altura de plantas, número de grãos por espiga e massa de cem grãos com experimento de tratamentos qualitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guiomard, AC	40
APÊNDICE B	- Análise de variância do rendimento de grãos, cobertura do solo e matéria seca de fitomassa com experimento de tratamentos qualitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guiomard, AC	40
APÊNDICE C	- Análise de variância do nitrogênio na planta (15 e 30 DAF), altura de plantas, número de grãos por espiga e massa de cem grãos com experimento de tratamentos quantitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guiomard, AC	41
APÊNDICE D	- Análise de variância do rendimento de grãos, cobertura do solo e matéria seca de fitomassa com experimento de tratamentos quantitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guiomard, AC	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A CULTURA DO MILHO	14
2.2 MANEJO DO SOLO	14
2.3 SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO.....	16
2.4 ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a agricultura itinerante foi a forma de cultivo mais empregada nas pequenas propriedades do Acre, onde o produtor fazia uso do fogo no preparo do solo para o plantio de culturas da agricultura familiar, assim, realizando o corte e queima da vegetação natural para a formação do novo roçado, e após dois ou três anos, abandonando a área para tornar-se capoeira (pousio) e, posteriormente, ser reutilizada passando pelo mesmo processo.

Os crescentes desmatamentos na região Amazônica e a necessidade de reincorporar ao processo produtivo as áreas modificadas pela ação antrópica, têm aumentado a demanda por tecnologias no preparo do solo sem que tenha que derrubar a vegetação natural para aumentar o rendimento da propriedade. Atualmente, os cultivos de milho com preparo mecanizado do solo vêm sendo realizados no Acre, geralmente em áreas ocupadas por pastagens.

A recuperação de áreas de pasto em processo de degradação com cultivo de espécies anuais com plantio direto torna-se uma alternativa vantajosa em relação ao sistema de derruba e queima da vegetação na formação de nova área para cultivo do milho. Trata-se de um sistema conservacionista em que não há o revolvimento do solo em toda área, alterando sua estrutura somente na abertura dos sulcos de cultivo e possibilitando reincorporar ao sistema produtivo áreas com pastagens degradadas. Em sistemas conservacionistas como o plantio direto é possível a rotação entre culturas anuais e forrageiras, com a promoção inclusive de integração lavoura e pecuária.

O manejo das culturas e utilização de insumos é diferenciado entre sistemas com preparo do solo de forma convencional e o plantio direto. A utilização de adubos nitrogenados tem efeito distinto na decomposição da palhada em superfície e no rendimento das culturas. Especialmente na Amazônia, os estudos comparando estes sistemas de cultivo são escassos e há necessidade de pesquisas na área.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da cultura do milho em plantio direto e convencional, com diferentes doses de nitrogênio em cobertura, no primeiro ano de cultivo; em área anteriormente ocupada com pastagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, por apresentar considerado potencial produtivo, composição química, valor nutricional e multiplicidade de aplicações (matéria-prima para agroindústrias, alimentação humana e animal), assume relevante papel socioeconômico (FANCELLI E DOURADO NETO, 2004).

No Acre, o milho é o cereal mais cultivado com 81.125 toneladas, produzidas em pouco mais de 39.300 ha, o que implica em um rendimento médio de apenas 2.064 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2010). Sua maior importância é como principal insumo na alimentação animal na forma de grãos, farelos, silagem ou componente de ração, principalmente para aves e suínos; e na alimentação humana na forma de milho-verde e subprodutos como a pamonha, canjica, milho-verde, fubá, pão, pudim de milho, bolo de milho, etc.

O cultivo deste cereal, geralmente, é feito em áreas recém-formadas pela derrubada e queima da vegetação nativa, sendo implantado na maioria das vezes por semeadura direta manual por meio de “matraca”; ou em áreas antropizadas de capoeira (pousio) e/ou de pastagem degradada, com preparo convencional do solo.

2.2 MANEJO DO SOLO

O manejo intensivo e inadequado do solo é o principal agente de degradação das áreas agrícolas, tornando o sistema produtivo insustentável. A incorporação de sistemas racionais de manejo do solo no processo de produção agrícola assume importância fundamental na escolha de práticas que visem minimizar a degradação do solo e, conseqüentemente, manter ou aumentar a sustentabilidade da atividade agrícola.

O solo é passível tanto de degradação como de melhoramento do potencial produtivo, pois os diferentes sistemas de manejo provocam alterações em sua densidade e porosidade e, conseqüentemente, no armazenamento de água ao longo do seu perfil, interferindo diretamente no desenvolvimento do sistema radicular e na produtividade das culturas. A magnitude das alterações é em função do tempo de adoção do sistema de manejo, do tipo de solo e do clima da região.

Conceitualmente, práticas conservacionistas podem ser consideradas como técnicas destinadas a manter e/ou aumentar a capacidade produtiva da terra objetivando, a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, além do controle da erosão. Dentre os fatores que influem no processo de perda de solo estão: clima, relevo, tipo de solo, vegetação e ação do homem, sendo que apenas os dois últimos poderão ser modificados, pelo uso racional do solo e pela adoção de práticas conservacionistas (FANCELLI E DOURADO NETO, 2004).

Na cultura do milho, a elevação dos preços dos insumos básicos (sementes, adubos, corretivos e etc.) e a queda da produtividade das culturas decorrentes do uso inadequado do solo, evidenciam a necessidade de buscar alternativas tecnológicas que, sem onerar o produtor, tornem possível o aumento da fertilidade do solo e o melhor aproveitamento dos recursos naturais. Uma das técnicas capazes de possibilitar economia e retenção de fertilizantes, proteção do solo contra insolação excessiva, evaporação rápida da água e reciclagem de nutrientes é através da manutenção de resíduos (palhada) de culturas anteriores na cobertura do solo.

A manutenção dos resíduos vegetais no solo, com ou sem incorporação, e as práticas de conservação do solo, favorecem a atividade microbiana e reduzem os impactos negativos na qualidade dos solos agrícolas (MOREIRA E SIQUEIRA, 2002), proporcionando efeitos benéficos às culturas. Essa fitomassa em cobertura tem por finalidade proteger o solo da compactação pelo impacto das gotas de água das chuvas, do escoamento superficial, das erosões hídrica e eólica, promovendo o controle da temperatura e umidade, diminuição da incidência de espécies invasoras, favorecendo o estabelecimento da microbiota benéfica que atua na decomposição e mineralização desses resíduos culturais.

A sucessão de cultivos distintos contribui para o equilíbrio e manutenção da fertilidade do solo, além de melhor utilizar os insumos agrícolas. A adição regular de

resíduos de adubos verdes promove melhoria da aeração, desenvolvimento radicular das plantas, infiltração de água, e melhoria das características do solo. Além disso, propicia melhor aproveitamento de adubos químicos e redução nos custos com adubação mineral, uma vez que promove aumento da atividade biológica do solo (LAL, 1986; HERNANI et al., 1995).

O uso combinado de adubos minerais e de adubação verde constitui uma prática de manejo em que se procura preservar a qualidade ambiental sem prescindir da elevada produtividade das culturas (ARF et al., 1999). Para obtenção de boa produtividade o fornecimento de nutrientes é fundamental, principalmente de nitrogênio que, em geral, é o elemento que as plantas mais necessitam e evidencia-se a importância da adubação bem feita, visando suprir à necessidade da cultura (MALAVOLTA, 1979).

2.3 SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

O estudo acerca da mecanização agrícola de solos da Região Amazônica é bastante escasso, assim como seus efeitos sobre as diversas classes de solo e o sistema radicular de plantas cultivadas. Com o crescente desmatamento dessa região e a necessidade de reincorporar ao processo produtivo áreas anteriormente cultivadas com pastagens ou culturas, tem crescido o interesse em mecanizá-las para melhorar as características físicas do solo, a absorção de nutrientes e atividade biológica, com o conseqüente aumento no rendimento (PACHECO et al., 2001).

No Acre, só recentemente, a mecanização agrícola tem sido empregada com mais frequência e de forma mais intensa, principalmente nas regionais do Alto e Baixo Acre, por causa de fatores como: pressão de uso da terra, necessidade de melhorar a produtividade das culturas e de manter a reserva legal de floresta nativa em muitas propriedades (PACHECO et al., 2001).

O sistema de plantio direto tem como principal característica a implantação de uma cultura sem revolvimento do solo, ou seja, ocorre apenas a sulcagem na linha de cultivo e durante a semeadura. Este tipo de sistema envolve também, a manutenção dos resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo e a

diversificação de espécies cultivadas via rotação de culturas. Portanto, diversificar as espécies de uma propriedade seguindo um programa sequencial devidamente planejado e ordenado é fundamental para o sucesso da implantação desse manejo (SILVA, 2007).

A manutenção da cobertura do solo evita a ação do impacto da gota da chuva, propicia o controle de plantas daninhas e acúmulo de matéria orgânica no solo que, conjuntamente, melhoram as características químicas, físicas e físico-hídricas. A camada de palha sobre o solo é essencial para o sucesso do sistema de plantio direto. A palhada cria um ambiente favorável às condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para o controle de plantas daninhas, estabilização da produção e recuperação ou manutenção da qualidade do solo (MENEZES et al., 2009).

Uma das dificuldades encontradas pelos agricultores é a produção de palha para cobrir o solo e permaneça coberto durante o ano todo (cerca de 5 t.ha^{-1}). Além da quantidade de palha, a persistência do resíduo é outro fator muito importante a qual está relacionada com a relação C/N (MENEZES et al., 2009).

O preparo do solo tem como objetivo principal a melhoria de suas propriedades químicas, físicas e biológicas, visando aumentar o seu potencial produtivo. No entanto, o seu uso intensivo pode predispor-lo à formação de camadas compactadas, à redução da estabilidade dos agregados e o aumento do número de microporos, aumentando a propensão à perda de solo (SOUZA, 1988).

Cruz et al. (2002) definiram o plantio direto como o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra, onde há a interação dos seguintes fundamentos: eliminação/redução das operações de preparo do solo, o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas, formação e manutenção da cobertura morta, rotação/sucessão de culturas, e uso de semeadoras específicas.

A cultura do milho tem a vantagem de deixar uma grande quantidade de restos culturais que, uma vez bem manejados, podem contribuir para reduzir a erosão e melhoria do solo. Dessa forma, sua inclusão em um esquema de rotação é fundamental (CRUZ et al., 2006). A sustentabilidade de um sistema de produção não

está apoiada apenas relacionada à conservação ambiental, mas também nos aspectos econômico e social.

Ainda que a produção de matéria seca varie com o sistema de produção empregado, maiores oscilações são esperadas entre as diferentes espécies de culturas anuais exploradas. Da mesma forma, as diferentes espécies vegetais, com diferentes relações carbono/nitrogênio (C/N), e, ainda, o clima podem interferir na longevidade das diferentes palhadas sobre a superfície do solo (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

O cultivo contínuo das mesmas espécies pode ocasionar queda na produtividade ao longo dos anos, devido à alteração nas características do solo e nas condições do ambiente, favorecendo a multiplicação de pragas e doenças. A maneira para se solucionar ou atenuar esses problemas é a prática de rotação de culturas, a qual, pela inclusão de espécies com sistema radicular vigoroso, as quais estabelecem canais que favorecem o desenvolvimento de raízes da cultura subsequente, e pelos aportes diferenciados de matéria seca, pode alterar as propriedades físicas e químicas do solo. A intensidade da alteração depende do período e número de cultivos por ano, e espécies cultivadas (SILVEIRA; STONE, 2003).

O sistema de preparo do solo afetou a produtividade de milho e de trigo, tendo o preparo com arado propiciado maiores produtividades em comparação com o plantio direto. As diferenças entre o plantio direto e os demais sistemas de preparo do solo, com relação à produtividade acumulada relativa de milho, diminuíram com o tempo de cultivo (SILVEIRA; STONE, 2003). Para Carvalho et al. (2004), o sistema convencional de preparo do solo propiciou maior produtividade do milho em ano com ocorrência de veranico.

Cruz et al. (2002), verificaram que o cultivo do milho com espaçamento mais estreito entre as linhas e/ou consorciado com leguminosas como o feijão-bravo proporciona a formação de elevada quantidade de fitomassa, além de bons rendimentos de grãos. Além disso, Suzuki e Alves (2004) verificaram que houve significância na interação preparo do solo x planta de cobertura para o rendimento de grãos, e que na utilização do milheto como planta de cobertura, o plantio direto proporcionou melhor resposta no rendimento de grãos de milho, comparado ao

preparo convencional; as plantas de cobertura, dentro de cada sistema de preparo do solo, não se diferenciaram quanto ao rendimento de grãos de milho.

Para Possamai et al. (2001) o sistema de semeadura direta proporciona menor número de dias para florescimento, maiores populações de plantas, maior diâmetro de colmo, maior altura de plantas, maior altura de inserção da primeira espiga, maior número de espigas por hectare, maior índice de espigas e maior produtividade de milho. Já para Bertolini et al. (2006), os diferentes sistemas de manejo do solo não influenciaram os componentes de produção da cultura do milho.

Fernandes et al. (1999) relatam que o sistema de plantio direto proporciona maior produção de grãos e de palhada de milho em relação ao sistema convencional com arado de disco e convencional com arado de aiveca.

Maiores rendimentos de milho foram observados com a incorporação dos resíduos, com uma influência menor da adubação nitrogenada, comparando-se com o observado em sistema plantio direto em relação ao solo preparado convencionalmente (CABEZAS et al., 2004).

2.4 ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

No solo, o nitrogênio encontra-se na maior parte na forma orgânica (95%) não assimilável pela planta, e o restante, na forma mineral assimilável, especialmente na forma de nitrato e amônio. A passagem do N da forma orgânica para a mineral é denominada mineralização, compreendendo vários processos como aminização, amonificação e nitrificação (PRADO, 2008).

Desse modo, em solos com alto aporte de material vegetal, especialmente de gramíneas que apresentam alta relação C/N (40-80), o fenômeno da mineralização somente será efetivo, ou seja, predomínio do N na forma mineral, após 15-30 dias da aplicação do fertilizante. Logo, no manejo da cultura é importante considerar isso, para evitar que a planta tenha deficiência de N, mesmo após a aplicação do fertilizante (PRADO, 2008).

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade e o que mais influencia na produtividade do milho, e ainda, o que mais eleva o custo de produção

(AMADO et al., 2002; SILVA et al., 2005). De maneira geral recomenda-se para a cultura do milho a aplicação de 40 kg.ha⁻¹ a 50 kg.ha⁻¹ de N no plantio e o restante em cobertura, na fase de 4 a 8 folhas, até somar aproximadamente 120 kg.ha⁻¹ a 150 kg.ha⁻¹ (YAMADA E ABDALLA, 2000).

O nitrogênio pode ser aplicado ao solo por diferentes métodos. Os mais usados são a aplicação a lanço na superfície do solo e a incorporação em linhas. Quando a fonte de N é ureia e não ocorrer chuva nos primeiros dias após a aplicação, a incorporação ao solo pode ser importante, pois pode ocorrer formação de amônia e sua liberação para a atmosfera (PÖTTKER E WIETHÖLTER, 2004).

A uréia aplicada em superfície interage com o calcário, sendo observada diminuição de até 12% na eficiência da adubação com uréia em função de calagem. Em sistema de plantio direto é importante que este fertilizante seja aplicado com incorporação ao solo para minimizar as perdas que ocorrem na aplicação superficial, especialmente quando também é feita aplicação superficial de calcário (HOWARD E ESSINGTON, 1998).

A aplicação de todo o nitrogênio recomendado para a cultura de milho, antes ou no momento da semeadura, tem como principal objetivo aumentar a disponibilidade de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura e, assim, reduzir o efeito da imobilização de N pelos microrganismos do solo ao decomporem resíduos culturais de alta relação C/N. A dificuldade de programar essa prática está em prever qual a precipitação pluvial (PÖTTKER E WIETHÖLTER, 2004).

O não revolvimento do solo promove decomposição mais lenta dos resíduos vegetais em superfície e influenciam na dinâmica do nitrogênio nos processos de imobilização, mineralização, lixiviação, volatilização e desnitrificação cuja dinâmica é condicionada pelo manejo e condições edafoclimáticas (AMADO et al., 2002).

O balanço do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera é dado pela diferença entre ganhos e perdas no sistema. As perdas ocorrem através de remoção pelas culturas, erosão, volatilização, imobilização biológica e lixiviação. Do nitrogênio total na superfície dos solos agrícolas, mais de 90% encontra-se em combinações orgânicas. Enquanto permanece nesta forma, o N está relativamente seguro das perdas, exceto por erosão, que atualmente, com a adoção de práticas conservacionistas do solo, pode ser amenizada. Entretanto, este estoque de N-orgânico está sujeito ao processo de mineralização, sendo convertido em amônia

(NH₃) e esta, posteriormente, pelo processo da nitrificação, transformada em nitrito (NO₂⁻) e nitrato (NO₃⁻). Em geral, acredita-se que a principal perda de N do solo seja por lixiviação, e assim, para evitá-la, recomenda-se o parcelamento da adubação. De fato, esta perda é pequena (YAMADA E ABDALLA, 2000).

O fertilizante aplicado ao solo é, também, envolvido nas várias reações do N no solo. Por isso, na prática, é muito difícil determinar a quantidade exata de N que o milho necessita para atingir a produção máxima econômica, pois sua disponibilidade no solo é um processo dinâmico e varia com as mudanças no teor de umidade e temperatura do solo, tipo de fertilizante, ocorrência de doenças, pragas e plantas daninhas, e práticas de manejo da cultura. Assim, as recomendações de adubação são sempre uma aproximação. Em condições de campo, sabe-se que a recuperação do N-fertilizante pela cultura raramente é maior que 50% (YAMADA E ABDALLA, 2000).

A aplicação do fertilizante altera a quantidade de nitrogênio disponível, favorecendo a mineralização da matéria orgânica existente no solo (MALAVOLTA, 1979), com conseqüente aumento do N disponível para as plantas.

Em alguns estados brasileiros a dose recomendada de nitrogênio para o milho é relacionada com teores de matéria orgânica do solo, histórico da área, produtividade esperada, preço do fertilizante nitrogenado (RAIJ et al., 1996) e com a cultura antecessora (AMADO et al., 2002).

Coelho et al. (1992) e Fernandes et al. (1998) relatam que a produção de grãos de milho aumentou de forma quadrática com o aumento da dose de N, sendo a máxima eficiência econômica (90% da máxima produção) obtida com 80 kg.ha⁻¹ de nitrogênio. O manejo da adubação nitrogenada visando elevada eficiência é um fator importante para a produtividade do milho, principalmente em solos com baixa capacidade de suprimento de N (SILVA et al., 2005).

Basso e Ceretta (2000) verificaram, no decorrer do desenvolvimento da cultura, aumento do teor de nitrato no solo resultante da aplicação de fertilizante nitrogenado em pré-semeadura ou na semeadura. Segundo Mai et al. (2003), apesar da aplicação de N em pré-semeadura do milho ter proporcionado maior teor de nitrogênio no solo no início do desenvolvimento dessa gramínea, a aplicação de N em cobertura propicia a obtenção de maiores produtividades de grãos.

Andrioli et al. (2008) verificaram que as doses de N de 60 e 120 kg.ha⁻¹ em cobertura e sistemas de uso e manejo com inclusão de plantas de cobertura do solo aumentam a produtividade de matéria seca de plantas e de grãos de milho.

Fernandes et al. (1999) observaram que a máxima produtividade de grãos de milho foi obtida utilizando 147, 156 e 168 kg.ha⁻¹ de N nos sistemas de plantio direto, convencional com arado de disco e convencional com arado de aiveca, respectivamente. Em dose superior a 60 kg.ha⁻¹ de N, ocorre menor eficiência de utilização e recuperação do N aplicado, por parte das plantas.

Alguns autores recomendam aplicações de nitrogênio 20 a 30% maiores na semeadura no sistema de plantio direto do que em cultivo convencional (MAI et al., 2003). Uma das alternativas para minimizar as perdas de N é manter sempre o solo com cobertura vegetal, com a função de reciclagem de nutrientes na sua biomassa e de cobertura do solo (GONÇALVES et al., 2000).

A maior parte do N disponível às culturas provém da interação entre dois processos: a fertilização nitrogenada e a mineralização do nitrogênio dos resíduos das culturas e o nitrogênio da matéria orgânica do solo (SAMPAIO e SALCEDO, 1993). A principal fonte de N no solo é a matéria orgânica e a maioria dos solos agrícolas contém várias toneladas de N orgânico em seus perfis. No entanto, a maior parte desse N não está disponível para as plantas (URQUIAGA E ZAPATA, 2000).

Resultados experimentais obtidos por vários autores, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram respostas generalizadas do milho à adubação nitrogenada, sendo que cerca de 70 a 90% dos ensaios de adubação realizados em campo com milho, no Brasil, respondem à aplicação de nitrogênio. Os altos custos dos fertilizantes nitrogenados, o efeito poluente ao meio ambiente e a conservação de energia têm estimulado programas de melhoramento de cultivares de milho, visando o uso eficiente de nitrogênio (CRUZ et al., 2005).

Considerando que o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelas gramíneas, em muitas situações, é suprido insuficientemente. Em anos nos quais as condições climáticas são favoráveis à cultura do milho, a quantidade de N requerida para aumentar a produtividade de grãos pode alcançar valores superiores a 150 kg.ha⁻¹. Quantidade tão elevada dificilmente será suprida somente

pelo solo, havendo necessidade de usar outras fontes suplementares deste nutriente (AMADO et al., 2002).

Ainda segundo o mesmo autor, as informações básicas requeridas para enfatizar a recomendação da adubação nitrogenada em sistemas de manejo conservacionista incluem: estimativa do potencial de mineralização do N do solo; contribuição da cultura de cobertura antecedente (quantidade de N mineralizada ou imobilizada); requerimento de N pela cultura econômica para atingir um rendimento projetado; expectativa da eficiência de recuperação do N disponível das diferentes fontes (solo, cultura de cobertura e fertilizante mineral); histórico de cultivos anteriores da área.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido, no ano agrícola de 2009/2010, em uma propriedade rural localizada na BR 317 km 58, em Senador Guiomard, AC. A região apresenta pluviosidade média de 1900 mm, temperatura média de 25°C e umidade relativa do ar de 87% (MESQUITA, 1996).

A área experimental foi ocupada por mais de quinze anos com pastagem e as espécies forrageiras predominantes eram *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* com baixa capacidade produtiva, evidenciada pela ocorrência de diversas espécies de invasoras como goiabeira (*Psidium guajava* L), guaraná bravo (*Paullinia* sp.), jurubeba (*Solanum paniculatum*), capim navalhão (*Paspalum virgatum*), etc.

A área foi isolada por cerca eletrificada em abril de 2009. Em junho do mesmo ano foi realizada a classificação do solo como Argissolo Vermelho distrófico, cujas características químicas estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química da profundidade de 0-20 cm de Argissolo Vermelho distrófico sob pastagem onde foi conduzido o experimento de adubação nitrogenada em plantio direto e convencional

pH (H ₂ O)	C	MO	P	P remanescente	V	m
--	g.kg ⁻¹		mg.dm ⁻³	mg.L ⁻¹	%	
4,48	7,76	13,35	3,89	30,22	21,85	18,85
<hr/>						
K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	CTC (pH 7)	
----- cmol _c .dm ⁻³ -----						
0,13	0,50	0,17	0,69	2,86	3,66	

FONTE: Laboratório de Análises de Solos da Embrapa Acre.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo os tratamentos das parcelas principais os sistemas de cultivo em plantio direto e preparo convencional com grade. E os tratamentos das subparcelas as doses de nitrogênio em cobertura de 0, 25, 50, 75, 100, 150 e 200 kg de N.ha⁻¹, na forma de uréia.

As parcelas mediam 8,0 m de comprimento por 7,2 m de largura, nas quais constavam oito linhas de milho espaçadas em 0,9 m. Duas linhas laterais foram consideradas como bordadura e ainda 1,0 m de comprimento em cada extremidade, e área útil de 21,6 m² na parcela.

O preparo convencional do solo constou de duas gradagens pesadas, sendo a primeira realizada 30 dias antes da semeadura, quando se incorporaram 1,6 t.ha⁻¹ de calcário tipo filler (PRNT: 100), sendo a segunda na data da semeadura. No plantio direto o calcário foi aplicado em superfície sem incorporação, na mesma época do primeiro preparo convencional do solo.

O milho foi semeado na primeira semana de dezembro de 2009, na densidade de 6-8 plantas.m⁻¹ com semeadora Baldan SP Light de quatro linhas, dotada de disco de corte de 16" e sistema de deposição de adubo tipo disco duplo, com profundidade de plantio de 3 a 5cm em ambos os sistemas de plantio. O material genético utilizado foi o híbrido duplo CD308. A adubação de plantio consistiu de 10 kg.ha⁻¹ de N na forma de uréia, 75 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Superfosfato triplo e 25 kg.ha⁻¹ de K₂O na forma de Cloreto de Potássio.

Em outubro de 2009 foram aplicados 3 L.ha⁻¹ do produto comercial glifosato com 250 L.ha⁻¹ de água. As parcelas sob plantio direto receberam uma segunda aplicação de 2 L.ha⁻¹ de produto comercial glifosato no dia anterior à semeadura.

Aos 10 dias após a emergência (DAE) das plantas de milho, foi aplicado inseticida à base de Lambda-Cialotrina na dose de 200 ml do produto comercial em 100 L.ha⁻¹ de água, para controle de grilos e da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

As doses de adubação nitrogenada em cobertura foram aplicadas manualmente em linha superficial a 5-10 cm da linha de semeadura, quando as plantas de milho apresentavam cinco folhas completamente expandidas.

Em fevereiro de 2010, foram avaliadas as seguintes variáveis:

Nitrogênio na Planta – O nitrogênio na planta foi avaliado através de leitura de medida direta do teor de clorofila na folha da espiga quando as plantas atingiram pleno florescimento (15 e 30 DAF). Para tanto foi utilizado medidor de clorofila modelo Minolta SPAD-502 que é utilizado como instrumento de diagnóstico rápido do estado nutricional nitrogenado de diversas culturas.

Altura de plantas – foi avaliada a altura das plantas de milho através de medição direta quando estas atingiram florescimento pleno.

Em março de 2010, foi realizada a colheita de quatro linhas centrais com o descarte das linhas consideradas bordaduras para posteriormente avaliação das seguintes variáveis:

Número de grãos por espiga – foi determinado através de multiplicação do número de fileiras de grãos e número de grãos por fileira obtidos através de contagem nas espigas de uma amostra de 10 plantas coletadas dentro da área útil de cada parcela.

Massa de cem grãos – três subamostras de cem grãos obtidos da amostra de dez plantas da área útil foram pesadas e os valores foram corrigidos à umidade de 13%.

Rendimento de grãos – Quando as plantas apresentavam ponto de colheita, as espigas da área útil das parcelas foram colhidas manualmente, acondicionadas em sacos plásticos para posterior debulha em debulhador manual. Os grãos foram pesados e uma amostra foi seca em câmara de circulação de ar sob temperatura de 60°C até a obtenção de peso constante, para correção dos valores para 13% de umidade. Os dados foram transformados em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de grãos.

Cobertura do Solo e Fitomassa – Aos 30 e 60 dias após a colheita do milho foi avaliada a cobertura do solo e a fitomassa total (resíduos da cultura de milho e plantas espontâneas). Para avaliação da fitomassa foram coletadas amostras usando quadrado de 0,5m x 1,0m, com duas amostras aleatórias por parcela. A avaliação da cobertura do solo foi realizada por dois avaliadores, através de avaliação visual da porcentagem de cobertura do solo pelas espécies de plantas espontâneas presentes e pelos resíduos do milho, atribuindo-se notas, baseando-se em escala de 0 a 100.

Os resultados foram submetidos à análise da variância pelo teste F, e as médias foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, sendo que para as doses de nitrogênio foram realizadas análises de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao teor de clorofila nas plantas de milho, em ambos os sistemas de plantio direto e convencional com grade, apresentaram regressão de ajuste linear (Gráfico 1), significativo para as leituras feitas no período de pleno florescimento (15 e 30 DAF). Desta forma, as leituras obtidas com o medidor SPAD são ajustadas ao teor de clorofila das folhas, sendo observado que houve resposta proporcional ao aumento da dose de uréia em cobertura em relação ao teor de N-foliar presente nas plantas.

Por meio da análise de variância (APÊNDICE A), verificou-se que houve diferença significativa entre sistemas de cultivo. O sistema convencional com grade promoveu o crescimento em altura de plantas de milho comparado ao sistema com plantio direto, sendo que para as demais variáveis analisadas não houve significância entre as médias dos dois sistemas de preparo de solo (Tabela 2).

O incremento na dose de nitrogênio aplicada em cobertura promoveu aumento na altura de plantas, com tendência linear (Gráfico 2), nos diferentes sistemas de cultivo, sendo as maiores doses as que apresentam as maiores médias (150 e 200 kg de N.ha⁻¹ com 2,22 e 2,18 m, respectivamente). No plantio convencional, esse fato pode ser explicado possivelmente pela descompactação do solo com uso de grade aradora, favorecendo o desenvolvimento radicular das plantas de milho, como também a melhor absorção dos nutrientes presentes no solo pelo volume maior de raízes e proporcionando maior desenvolvimento da parte aérea das mesmas. Fato esse explicado por Fancelli e Dourado Neto (2008) e Foloni et al. (2003) que relatam a existência de uma relação entre a compactação do solo com o desenvolvimento radicular e altura de plantas de milho, pois a descompactação do solo, com grade, durante seu preparo permite que a planta possa explorar maior volume de solo com o maior desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, refletindo na parte aérea.

Não houve efeito significativo para cobertura de solo e matéria seca da fitomassa total nos diferentes sistemas de cultivo como também entre as doses de nitrogênio em cobertura (APÊNDICE B).

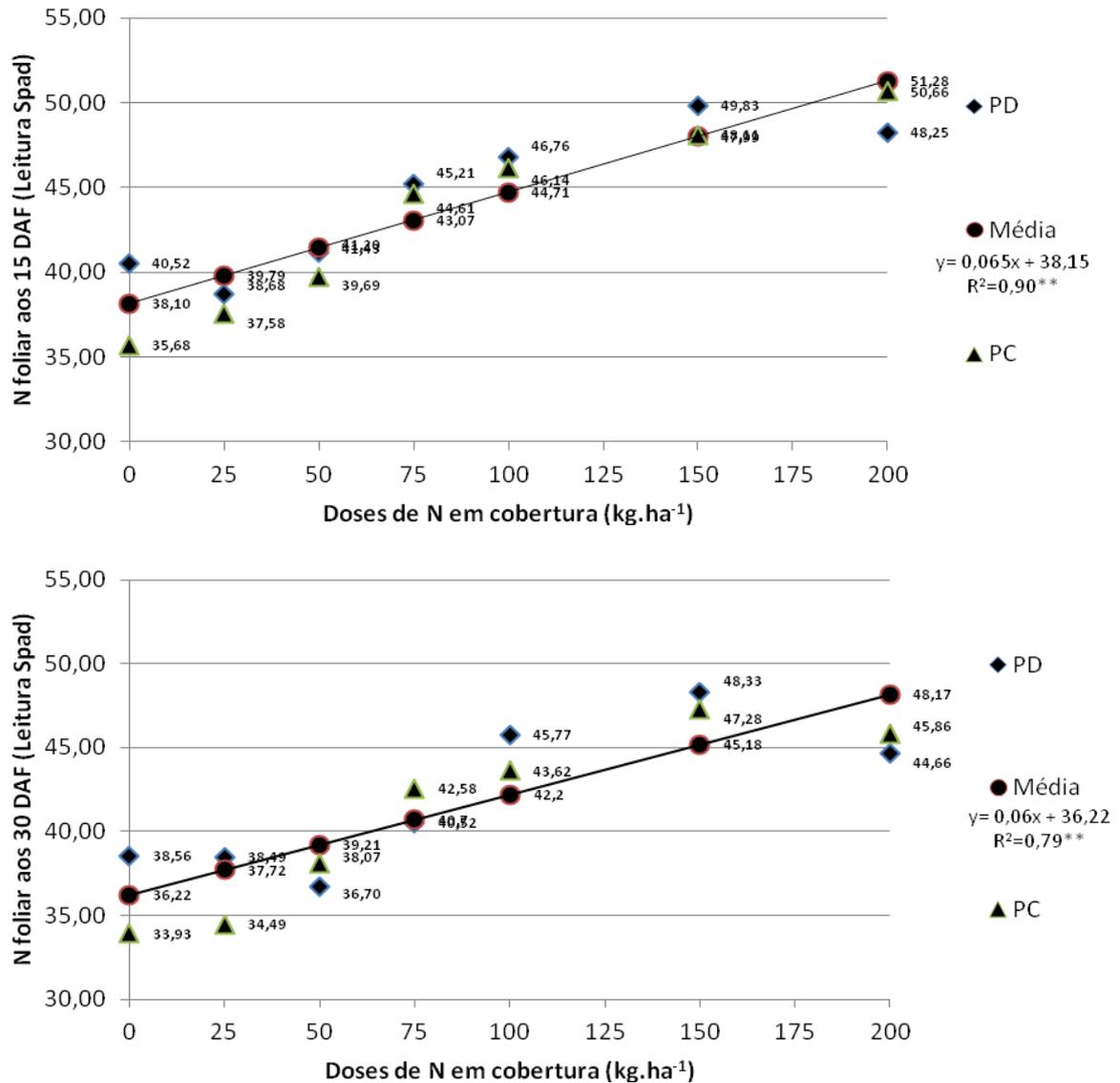


Gráfico 1. Clorofila (Spad) medida diretamente em folhas de plantas de milho cultivadas sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guimard, AC.

Tabela 2. Efeito dos diferentes sistemas de preparo do solo na cultura do milho

Variáveis	Plantio Direto	Plantio Convencional	Unidades	CV (%)
Nitrogênio na planta 15 DAF	43,21a	44,34a	-	12,22
Nitrogênio na planta 30 DAF	40,83a	41,85a	-	10,87
Altura de plantas	2,03b	2,20a	m	10,91
Número de grãos/espiga	195,39a	187,35a	grãos	14,60
Massa de 100 grãos	29,50a	29,78a	g	8,71
Rendimento de grãos	3.357,71a	3.496,46a	Kg.ha ⁻¹	36,75
Cobertura do solo	85,64a	93,64a	%	27,61
M.S. fitomassa total	4.043,03a	3.323,57a	Kg.ha ⁻¹	25,43

Medias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAF: dias após o florescimento.

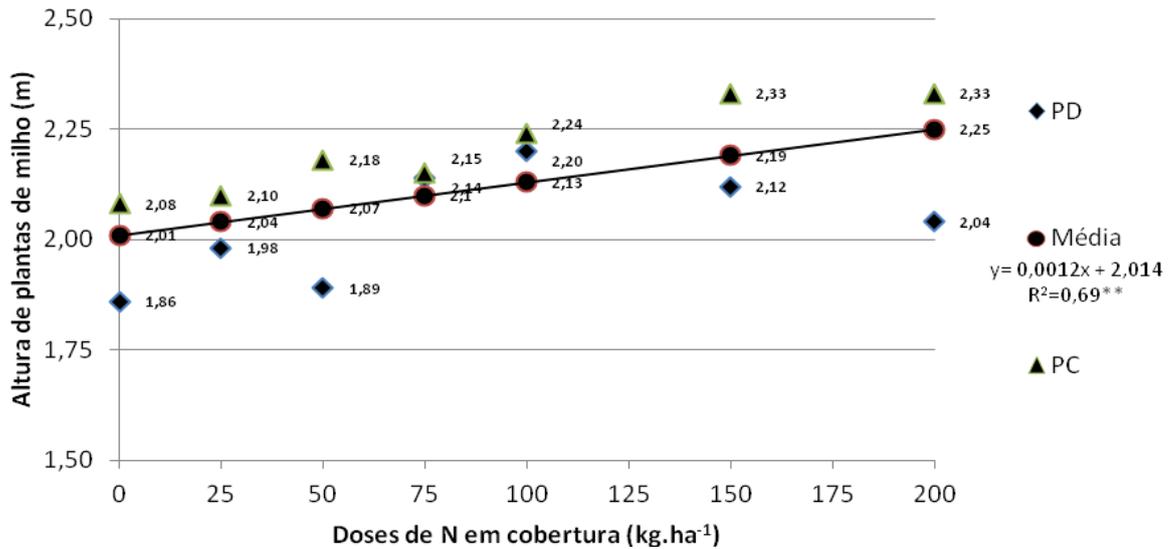


Gráfico 2. Altura de plantas de milho cultivadas sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guiomard, AC.

A massa de cem grãos não variou em função dos diferentes sistemas de plantio, estando entre as doses de nitrogênio a maior fonte de variação. Pela análise de variância (APÊNDICE A) observou-se diferença entre as doses aplicadas, entretanto não foi possível ajustar um modelo significativo para explicar os resultados obtidos, ou seja, a tendência de variação nos valores de massa de cem grãos em função das doses de N aplicado em cobertura (Gráfico 3). Quando o milho é submetido a situações de estresse que resultam na redução da produção de fotoassimilados, o rendimento de grãos diminui em função do número de grãos, havendo pouca variação na massa de grãos (MATTER et al., 2004), como também tal variação é muito baixa em plantas com elevado potencial produtivo e que possuem baixa variabilidade genética.

Quanto ao número de grãos por espiga, não houve efeito significativo dos sistemas de preparo do solo (APÊNDICE A), mas houve relação significativa para as doses de nitrogênio em cobertura, com ajuste linear positivo, ou seja, quanto maior a dose de N em cobertura, maior o número de grãos por espiga (Gráfico 4).

O aumento na produção de grãos por espiga e rendimento de grãos de milho foi maior com o incremento na dose de nitrogênio em cobertura, sendo observadas nas maiores doses, as maiores respostas em produtividade (Gráfico 4 e 5).

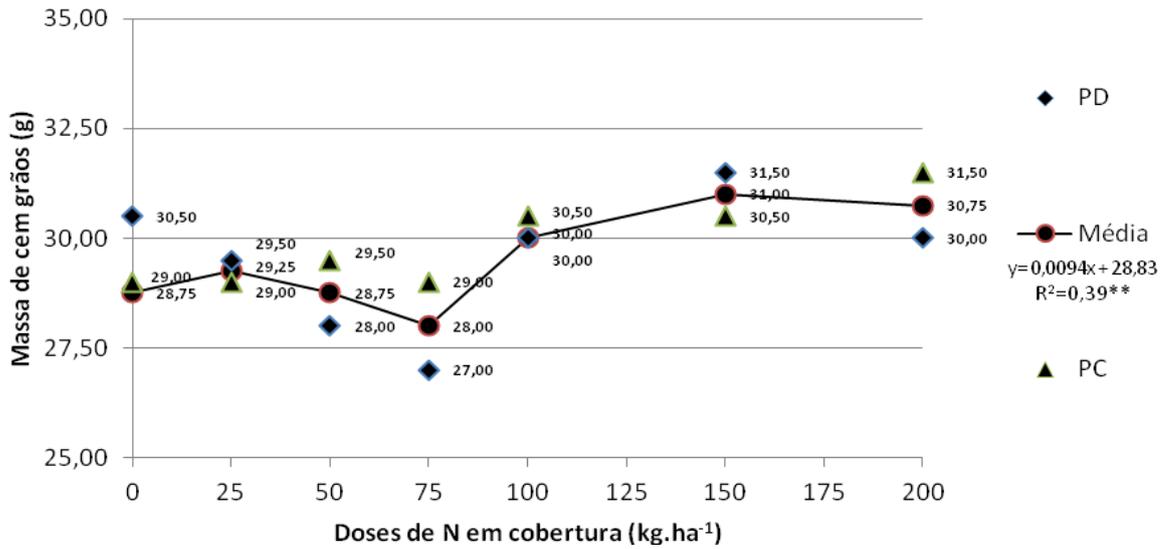


Gráfico 3. Massa de cem grãos de milho sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guiomard, AC.

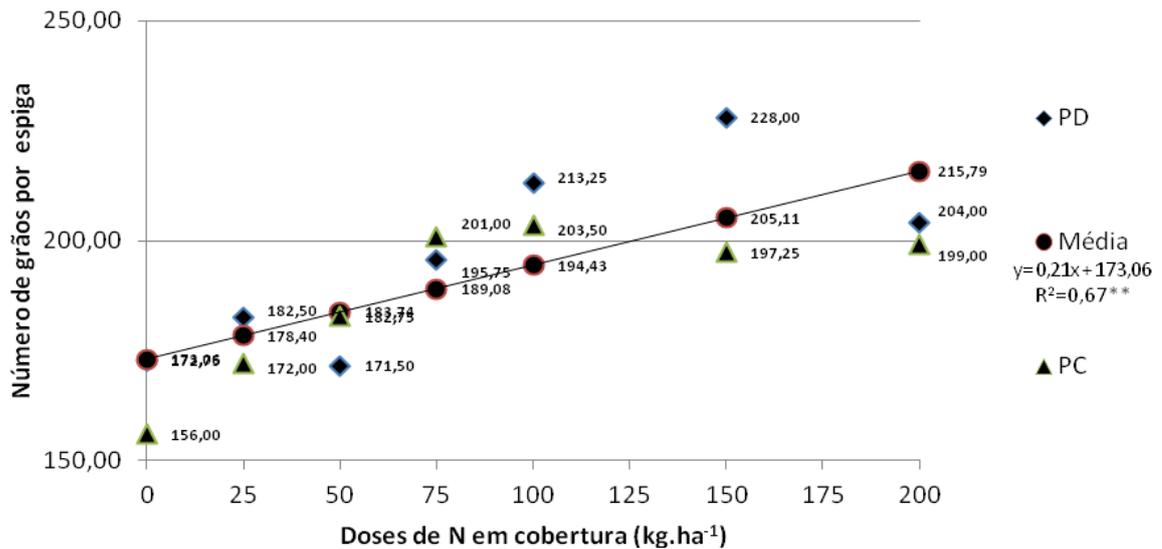


Gráfico 4. Número de grãos por espiga sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guiomard, AC.

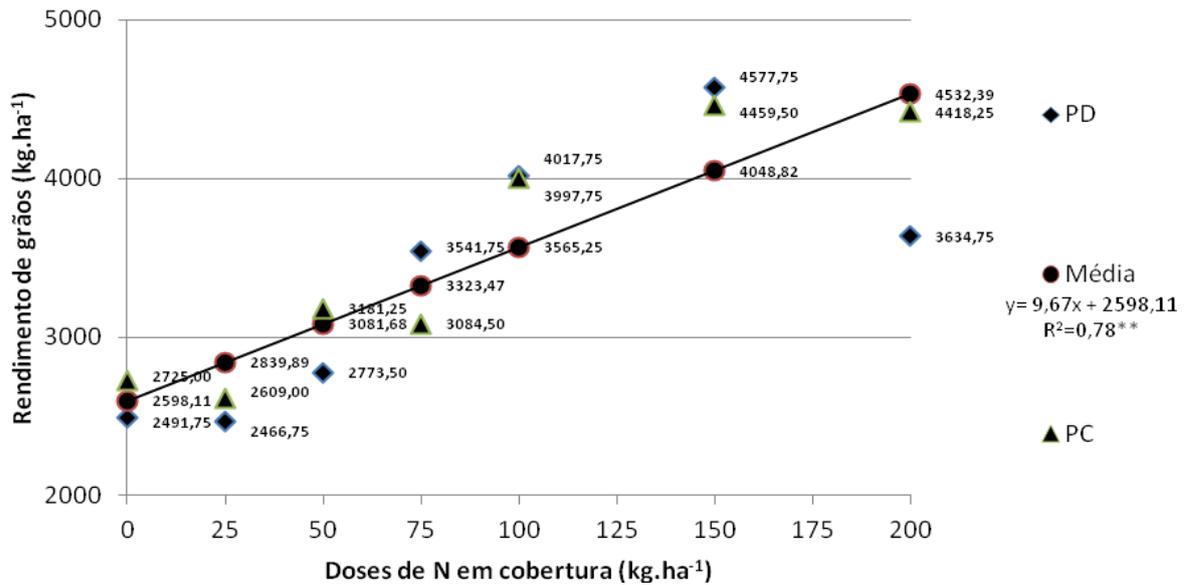


Gráfico 5. Rendimento de grãos de milho sob diferentes doses de N em plantio direto (PD) e convencional (PC), em Senador Guiomard, AC.

O rendimento de grãos foi semelhante para os sistemas de plantio direto e convencional (APÊNDICE B), variando com o aumento das doses de N em cobertura, em decorrência do maior número de grãos por espiga (Gráfico 4). Outro fato é que as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura proporcionaram maior altura de plantas, o que implica diretamente em maior produção de matéria e rendimento de grãos.

O rendimento de grãos é influenciado pelo incremento nas doses de nitrogênio, com ajuste linear (Gráfico 5), pois o aumento na oferta e disponibilidade de nitrogênio estimula a produção de metabólitos nitrogenados (Gráfico 1) pelas plantas de milho, conseqüentemente, este sendo revertido em produtividade de grãos. Esse aumento indica que a disponibilidade de N foi limitada nas parcelas testemunhas.

A aplicação de 200 kg.ha⁻¹ de N proporcionou produtividades de 4.418,25 kg.ha⁻¹ e 3.634,75 kg.ha⁻¹, em relação à testemunha, com aumento de 1.693,25 kg.ha⁻¹ e 1.139 kg.ha⁻¹ (38,33% e 31,34%) nos tratamentos com preparo convencional com grade e plantio direto, respectivamente. Para Cantarella (1993) e Coelho e França (2001) citados por Araújo et al. (2004), esta dose está próxima do recomendado pelos autores, pois o primeiro cita que, em várias partes do mundo, a recomendação de N para culturas de milho de alta produtividade, ou seja, maior do

que 9.000 kg.ha^{-1} , varia de 150 a 300 kg.ha^{-1} , e os segundos recomendam o uso de 100 a 200 kg.ha^{-1} de N para a cultura de milho irrigado, apesar de nesse trabalho não se atingirem tais níveis de rendimento.

Comparando-se os valores de produtividade obtidos para cultura do milho, verifica-se que são baixos em relação a outras regiões do país. No entanto, com a aplicação de N em cobertura a partir de 100 kg.ha^{-1} (Gráfico 5) supera-se o nível médio nacional de produtividade, de cerca de 3.559 kg.ha^{-1} (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2010) e a média do Estado do Acre, de apenas 2.064 kg.ha^{-1} (IBGE, 2010).

Tanto no âmbito nacional quanto estadual, verifica-se que o manejo cultural do milho deve ser ainda bastante aprimorado para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade que a cultura pode proporcionar. A produtividade para o cultivo de milho em grão na safra principal deve superar 6.000 kg.ha^{-1} , caso sejam utilizados materiais de boa qualidade e responsivos a adubação (WADT, 2005).

Contudo, considerando-se o sistema convencional de derruba e queima da floresta, praticado ao longo dos anos na Amazônia, observa-se pelos estudos de Sá e Carpentier (1998) no projeto de assentamento Pedro Peixoto (Acre), que as produtividades médias de milho estavam por volta de 1.432 kg.ha^{-1} , em diferentes arranjos de produção, nos quais a produção agrícola era voltada para subsistência, com a formatação de pastagem após os cultivos agrícolas. Este fato indica que tanto no sistema plantio direto quanto convencional, avaliados neste trabalho, pode-se incrementar a produção da cultura, adotando-se um novo sistema de produção, especialmente em áreas de pastagem degradada, permitindo a conservação da floresta.

5 CONCLUSÕES

Em área ocupada por pastagens de gramíneas a mais de dez anos, não houve diferença entre o plantio direto e o plantio do milho com preparo convencional do solo, no primeiro ano de cultivo.

A cultura do milho em plantio direto e convencional aumenta seu desempenho produtivo de forma linear com o aumento da dose de nitrogênio em cobertura, até 200 kg.ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; MILNICZUK, J.; FERNANDEZ, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fonte de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 24, p. 179-189, 2002.

ARAÚJO, L. A. N. de; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. de. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 771-777, ago. 2004.

ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, F. F.; COUTINHO, E. L. M.. Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 32, p. 1691-1698, 2008.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BARTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

ARF, O.; SILVA, L. S. da; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. de; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2029-2036, nov. 1999.

BARTZ, H. R. **Dinâmica dos nutrientes e adubação em sistemas de produção sob plantio direto**. Disponível em: <<http://www.rau.edu.uy/agro/uepp/siembra6.htm>>. Acesso em 15/05/2009.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H. Desempenho da cultura do milho em diferentes manejos do solo sobre cobertura vegetal de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.). **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 34-49, 2006.

CARVALHO, M. A. C. de; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 47-53, jan. 2004.

CARVALHO, M. A. C. de; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, nov. 2004.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 16, n. 1, p. 61-67, 1992.

CONAB. **Rendimento médio de grãos de milho nas principais regiões produtoras do Brasil**. Disponível em <<http://www.anec.com.br/estatisticas/Fechamento%20Anual/Produtividade%20%-20Milho.pdf>>. Acesso em 15/04/2010.

CRUZ, A. P.; LARA CABEZAS, W. A. R. Adubação nitrogenada na cultura do milho. In: **Simpósio sobre rotação soja/milho no sistema plantio direto**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTRY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho: sistema plantio direto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Comunicado Técnico, 51).

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; COELHO, A. M. **Resposta de cultivares de milho à adubação nitrogenada em cobertura**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. p. 1-4 (Comunicado Técnico, 116).

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 87).

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistema de produção**. Versão Eletrônica. 6. ed. Set./2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/-plantio.htm>. Acesso em: 21/06/2011.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Piracicaba: Livroceres, 2004. p. 21-97.

FERNANDES, A. L.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 22, n. 2, p. 247-254, 1998.

FERNANDES, L. A.; VASCONCELLOS, C. A.; FURTINI NETO, A. E.; ROSCOE, R.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1691-1698, set. 1999.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. de. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 947-953, ago. 2003.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 24, n. 1, p. 153-159, 2000.

HERNANI, L. C.; ENDRES, V. C.; PITOL, C.; SANTON, J. C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1995. 93 p.

HOWARD, D. D.; ESSINGTON, M. E. Effects of surface-applied limestone on the efficiency of urea-containing nitrogen sources for no-till corn. **Agronomy Journal**, v. 90, p. 523-529, July. 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J. L. da S.; PORTELA, C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Documentos, 157).

LAL, R. Soil surface management in the tropics for intensive land use and high and sustained production. **Advances in Soil Sciences**, v. 5, p. 1-109, 1986.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B. J. R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. de. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1005-1013, jul./ago. 2004.

MAI, M. E. M.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; SILVEIRA, M. J. da; PAVINATO, A.; PAVINATO, P. S. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 125-131, jan. 2003.

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. São Paulo: Ceres, 1979. p. 26-30.

MATTER, U. F.; SILVA, C. J.; CAZETTA, J. O. Alocação de fotoassimilados em milho submetido a diferentes proporções de folhas e grãos. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v. 51, n. 298, p. 741-753, 2004.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P. de; FERREIRA, A. C. de B.; SANTANA, J. G.; BARROS, R. G. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 7-12, jan./fev. 2009.

MESQUITA, C. C. de. **O clima do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: IMAC, 1996. 53 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625 p.

PACHECO, E. P.; ARAÚJO, E. A. de; AMARAL, E. F. do; SILVA, C. L.; PARIZZI NETO, A. **Aptidão natural para mecanização agrícola dos solos do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. p. 1-5 (Circular Técnico, 129).

PACHECO, E. P.; MARINHO, J. T. de S. **Plantio direto: uma alternativa para produção de grãos no Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. 5 p. (Comunicado Técnico, 131).

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M. de; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1015-1020, jul/ago. 2004.

SÁ, J. C. M. Sistema de produção de milho visando alta produtividade na região dos campos gerais no centro-sul do Paraná. In: BÜLL, L. T.; CANTARELA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993, 301 p.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. p. 83-113.

RAIJ, B. van. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SÁ, C.P. de; CARPENTIER, C.L. **Sistemas de utilização da terra e seus respectivos coeficientes técnicos de produção no projeto de assentamento dirigido Pedro Peixoto**. Rio Branco: Embrapa Acre, 1998. 4 p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 84).

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Mineralização e absorção por milheto do nitrogênio do solo, da palha de milho-(15N) e da ureia-(15N). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p. 423-429, 1993.

SILVA, T. R. B. da; ARF, O.; SORATTO, R. P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 81-87, 2003.

SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 29, n. 5, p. 725-733, 2005.

SILVA, M. A. de A. e. **Desenvolvimento radicular das culturas de feijão, soja e milho, sob diferentes manejos de solo, irrigadas por pivô central**. 2007. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

SILVA, M. G. da; ARF, O.; ALVES, M. C.; BUZETTI, S.. Sucessão de culturas e sua influencia nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 67, n. 2, p. 335-347. 2008.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 240-244. 2003.

SOUZA, C. M. **Efeito do uso contínuo de grade pesada sobre algumas características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, e sobre o desenvolvimento das plantas e absorção de nutrientes pela cultura de soja**. 1988. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

SUSUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C.. Produtividade do milho (*Zea mays* L.) influenciada pelo preparo do solo e por plantas de cobertura em um Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 61-65. 2004.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Fomação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, mar. 2000.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. Fertilización nitrogenada em sistemas de producción agrícola. In: URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. **Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales em América Latina y el Caribe**. Porto Alegre: Gênese; Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, p.77-88, 2000.

WADT, P.G.S. **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 635 p.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Como Melhorar a Eficiência da Adubação Nitrogenada do Milho?** Piracicaba: Potafos, 2000. 5 p. (Informações Agronômicas, 91).

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, set. 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Análise de variância do nitrogênio na planta (15 e 30 DAF), altura de plantas, número de grãos por espiga e massa de cem grãos com experimento de tratamentos qualitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guimard, AC.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		N na planta (15 DAF)	N na planta (30 DAF)	Altura de plantas	Grãos por espiga	Massa de Cem Grãos
Sistemas de Plantio (Trat-a)	1	18,16 ^{ns}	14,76 ^{ns}	0,39*	904,01 ^{ns}	1,14 ^{ns}
Bloco	3	18,63**	72,85**	0,03*	764,30 ^{ns}	1,24 ^{ns}
Resíduo (Trat-a)	3	28,64	20,18	0,05	780,16	6,67
Doses de N (Trat-b)	6	190,51**	178,14**	0,08**	2698,20**	9,14**
Interação	6	9,11 ^{ns}	14,43 ^{ns}	0,02 ^{ns}	386,18 ^{ns}	3,81 ^{ns}
Trat-a X Trat-b						
Resíduo (Trat-b)	36	20,85	18,15	0,01	345,98	2,95
Total	55	-	-	-	-	-
CV Trat-a (%)	-	12,22	10,87	10,91	14,60	8,71
CV Trat-b (%)	-	10,43	10,30	5,94	9,72	5,80

ns = não significativo ; ** = significativo a $\alpha=0,01$; * = significativo a $\alpha=0,05$.

APÊNDICE B - Análise de variância do rendimento de grãos, cobertura do solo e matéria seca de fitomassa com experimento de tratamentos qualitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guimard, AC.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Rendimento de grãos	Cobertura do solo	Matéria seca de fitomassa
Sistemas de Plantio (Trat-a)	1	269521,88 ^{ns}	896,00 ^{ns}	7246804,01 ^{ns}
Bloco	3	509504,83**	499,50 ^{ns}	1742321,49 ^{ns}
Resíduo (Trat-a)	3	1586041,02	612,40	879084,73
Doses de N (Trat-b)	6	4752181,61**	54,72**	1062689,45**
Interação	6	314490,87 ^{ns}	44,67 ^{ns}	745010,55 ^{ns}
Trat-a X Trat-b				
Resíduo (Trat-b)	36	579358,72	64,18	1162200,31
Total	55	-	-	-
CV Trat-a (%)	-	36,75	27,61	25,46
CV Trat-b (%)	-	22,21	8,94	29,27

ns = não significativo ; ** = significativo a $\alpha=0,01$; * = significativo a $\alpha=0,05$.

APÊNDICE C - Análise de variância do nitrogênio na planta, altura de plantas, número de grãos por espiga e massa de cem grãos com experimento de tratamentos quantitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guiomard, AC.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		N na planta (15 DAF)	N na planta (30 DAF)	Altura de plantas	Grãos por espiga	Massa de Cem Grãos
Reg. Linear	1	346,85**	851,60**	0,34**	10891,71**	21,49*
Reg. Quadrática	1	24,34 ^{ns}	84,83 ^{ns}	0,11 ^{ns}	3968,14 ^{ns}	7,59*
Desvios de regressão	1	15,68 ^{ns}	33,11 ^{ns}	0,011 ^{ns}	332,34 ^{ns}	6,44 ^{ns}
Resíduo	36	20,82	18,15	0,016	345,98	2,95
Total	42	-	-	-	-	-
CV Trat-a (%)	1	12,22	10,87	10,91	14,60	8,71
CV Trat-b (%)	1	10,43	10,30	5,94	9,72	5,80

ns = não significativo ; ** = significativo a $\alpha=0,01$; * = significativo a $\alpha=0,05$.

APÊNDICE D - Análise de variância da produtividade, cobertura do solo e matéria seca de fitomassa com experimento de tratamentos quantitativos de doses de N em cobertura do milho em sistema de plantio direto e convencional, em Senador Guiomard, AC.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Rendimento de grãos	Cobertura do solo	Matéria seca de fitomassa
Reg. Linear	1	22315045,04**	4,86 ^{ns}	2660596,35 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	2516730,03 ^{ns}	29,02 ^{ns}	1084850,20 ^{ns}
Desvios de regressão	1	920328,65 ^{ns}	73,62 ^{ns}	657672,54 ^{ns}
Resíduo	36	579358,73	64,19	1162200,31
Total	42	-	-	-
CV Trat-a (%)	1	36,75	27,61	25,46
CV Trat-b (%)	1	22,21	8,94	29,27

ns = não significativo ; ** = significativo a $\alpha=0,01$; * = significativo a $\alpha=0,05$.

