

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFO-AGRONÔMICA DA CULTURA DO MILHO EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO**

**MARCOS BRUXEL**

**ELIAS NASCENTES BORGES**  
(Orientador)

Monografia apresentada ao Curso de  
Agronomia, da Universidade Federal de  
Uberlândia, para a obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia - MG  
Novembro - 2003

**CARACTERIZAÇÃO MORFO-AGRONÔMICA DA CULTURA DO MILHO EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 20/11/2003

---

Prof. Dr. Elias Borges Nascentes  
(Orientador)

---

Eng. Agr. Ricardo Falqueto Jorge  
(Membro da Banca)

---

Prof. Dr. Berildo de Melo  
(Membro da Banca)

Uberlândia-MG  
Novembro – 2003

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente aos meus pais Décio Bruxel e Astrit Hübner Bruxel, que sempre me propiciaram condições para que pudesse concluir mais essa etapa de minha vida. Sei que estavam sempre me apoiando, incentivando, vibrando com cada conquista mas também cobrando no meu dever de estudante.

Ao meu irmão Daniel, com quem convivi um bom tempo durante minha caminhada universitária, sempre contando com a amizade e companherismo. À minha irmã Cristina, que mesmo a distância sempre me apoiou.

À Marina, uma pessoa muito especial, sendo contado com seu carinho, amor, cumplicidade e amizade.

Aos professores que tem a difícil mas recompensadora missão de transmitir o conhecimento aos futuros formandos, para que estes possam saber distinguir o certo do errado. Em especial ao professor Elias Nascentes Borges, o qual foi meu orientador nessa monografia.

Agradeço à 27ª Turma de Agronomia, que foi minha segunda família durante os últimos cinco anos de minha vida, me ensinando a importância da amizade e do companherismo. Em especial ao Luciano e José Reinaldo, os quais foram os colegas com quem tinha um maior relacionamento no início do curso e ao Paulo Roberto e Carlos Alberto com quem tenho convivido mais no final de meu curso. De forma geral todos meus colegas ficaram guardados dentro de meu peito.

Agradeço a Deus que esteve me guiando em toda minha caminhada, sempre me ajudando a escolher o melhor caminho a seguir.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	4
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	7
2.1. Fisiologia da Produção.....	7
2.1.1. Introdução.....	7
2.1.2. Germinação.....	8
2.1.3. Sistema Radicular.....	8
2.1.4. Folha.....	9
2.1.5. Colmo.....	9
2.1.6. Florescimento.....	10
2.1.7. Polinização e Fertilização.....	10
2.1.8. O Grão.....	11
2.2. Preparo do Solo.....	12
2.2.1. Preparo Convencional.....	13
2.2.2. Cultivo Mínimo.....	14
2.2.3. Plantio Direto.....	14
2.2.4. Gessagem.....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
3.1. Localização e características climáticas.....	18
3.2. Delineamento experimental .....	19
3.3. Tratamentos.....	19
3.4. Características do solo.....	20
3.5. Implantação da cultura e adubação.....	21
3.6. Tratos culturais.....	22
3.7. Atributos avaliados.....	22
3.7.1. Produtividade.....	22
3.7.2. Altura da planta e da inserção da primeira espiga.....	22
3.7.3. Stand.....	23
3.7.4. Índice de espiga por planta.....	23
3.8. Análise estatística.....	23
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
4.1. Altura da planta.....	24
4.2. Altura de inserção da primeira espiga.....	24
4.3. “Stand”.....	26
4.4. Índice de espigas por planta.....	26
4.5. Produtividade.....	27
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	29
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30

## RESUMO

O milho é um dos cereais mais cultivados no Brasil, constituindo importante alternativa na sucessão com a soja. Seus grãos são utilizados tanto na alimentação animal como humana, exigindo a cada ano aumento de produtividade e área plantada. Para obtenção de produtividades satisfatórias não basta pesadas adubações, semente geneticamente melhorada, eficiente controle de pragas e doenças, mas também uma adequada qualidade física do solo em termos de distribuição de macro e microporos. Esse trabalho tem como objetivo avaliar diferentes tipos de manejo do solo (cultivo convencional, plantio direto, cultivo mínimo e ausência de preparo) com utilização de calcário + gesso agrícola ou somente calcário. O experimento foi realizado na Fazenda do Glória – Universidade Federal de Uberlândia, entre os meses de novembro de 2002 e março de 2003, em delineamento de blocos casualizados, com 7 tratamentos e 4 repetições. As doses de calcário variaram em função da necessidade de elevar a saturação de bases à 60% e as doses de gesso foram semelhantes em todos os tratamentos, seguindo a recomendação da 5ª Aproximação de Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Os parâmetros avaliados foram altura de plantas, altura da inserção da primeira espiga, “stand”, índice de espigas por planta e produtividade. O cultivo convencional com calcário incorporado apresentou os melhores resultados de altura de planta e inserção da primeira espiga, sendo que o cultivo convencional com calcário + gesso incorporados apresentou os melhores resultados para os demais parâmetros avaliados.

## **1. INTRODUÇÃO**

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais consumidos no mundo, sendo considerado o terceiro mais importante, após o trigo e o arroz (AGRIANUAL, 2000). Apresenta alto valor energético e nutritivo, e baixo custo de produção que permite sua intensa utilização na alimentação humana e dos animais, bem como uma diversidade de subprodutos originados de sua industrialização.

No Brasil, o rendimento médio da cultura do milho é de apenas 3.133 kg/ha (AGRIANUAL, 2002). Todavia, práticas corretas de manejo com condução adequada da cultura, aplicada por diversos agricultores, principalmente no domínio dos solos de cerrado a produtividade atinge valores próximos a 8.000 Kg/ha, haja visto que informações sobre a planta e os elementos bióticos e abióticos podem auxiliar tanto o produtor quanto o pesquisador no desenvolvimento de tecnologia de produção (Dourado-Neto, 1999).

Dentro do contexto do manejo do solo e da correção da fertilidade, no que diz respeito a diferentes tipos de preparo e utilização de calcário isolado, ou em conjunto com gesso agrícola visando melhores condições para a germinação, emergência, distribuição

radicular e desenvolvimento do milho e, conseqüentemente, propiciando elevação da produtividade.

O calcário e o gesso podem ser ou não incorporados, dependendo do tipo de manejo do solo a ser empregado. No sistema de plantio convencional são utilizados implementos agrícolas que fazem a incorporação após serem aplicados geralmente a lanço, sendo o arado e a grade responsáveis pelo preparo e pela incorporação desses.

O calcário e o gesso aplicado superficialmente, sem incorporação, em sistemas que não requerem o revolvimento do solo (conservacionistas), possivelmente podem apresentar uma maior dificuldade para se movimentar pelo perfil do solo, podendo em conseqüência apresentar uma ação mais lenta, restringir o sistema radicular a camada superficial nos primeiros anos de uso do solo, e exigir doses maiores e monitoramento mais constante do solo. Porém, a utilização de gramíneas ou plantas forrageiras de sistema radicular profundo e profuso e que ainda adicionam ao solo grandes teores de matéria orgânica, além de proporcionar cobertura de solo no inverno, poderá criar condições para uma melhor movimentação do calcário em profundidade, seja pelos canalículos deixados após a decomposição das raízes, seja pela própria atividade da macro e microbiota do solo, ativadas pelos teores mais altos de matéria orgânica.

O objetivo desse trabalho foi fazer uma avaliação comparativa dos sistemas de ausência de preparo do solo, plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional com a utilização de calcário dolomítico isolado ou em conjunto com gesso agrícola quanto às características agronômicas e produtividade do milho.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Fisiologia da Produção**

#### **2.1.1. Introdução**

O milho (*Zea mays* L.) em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se num dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Em termos de produção, o Brasil é o terceiro maior produtor (FAO, 1998).

Ela é uma das plantas mais armazenadoras de energia existentes na natureza. De uma semente que pesa pouco mais de 0,3 g irá surgir uma planta, geralmente com mais de 2,0 m de altura, dentro de um espaço de tempo de aproximadamente 9 semanas. Nos meses seguintes, essa planta produzirá cerca de 600 a 1.000 sementes iguais àquela que a originou, (EMBRAPA, 1993). O milho, assim como outras gramíneas possui uma haste (colmo), cilíndrica com nós compactos. As folhas e as ramificações podem permanecer no estado rudimentar, ou se desenvolver para formar as “bonecas” (inflorescência feminina), são produzidas a partir dos nós acima do solo. Os colmos não são ocos, mas compactos e terminam com o pendão (inflorescência masculina), (Fundação Cargill, 1978).

### **2.1.2. Germinação**

Em condições normais, o grão de milho germina em 5 a 6 dias, em temperatura que varia de 25 °C a 30 °C. A 10 °C, praticamente não germina, daí a importância do preparo do solo nos países temperados, os quais ficam cobertos por gelo parte do ano. O revolvimento neste caso poderá contribuir para que o solo obtenha temperatura de germinação o mais cedo possível, evitando que plantios mais tardios fique sem a colheita pela presença da neve no inverno. O grão fisiologicamente maduro, com umidade favorável, poderá germinar até mesmo na espiga, principalmente no ambiente tropical, onde a temperatura não constitui obstáculo ao desenvolvimento fisiológico do embrião (EMBRAPA, 1993).

### **2.1.3. Sistema Radicular**

As raízes representam um importante componente funcional e estrutural da planta. No entanto, pouco se sabe a respeito de suas características de desenvolvimento, assim como suas atividades fisiológicas (EMBRAPA, 1993).

Os tipos de raízes presentes no milho são primárias e seminais, adventícias e de suporte. Com relação às raízes de suporte pensava-se que serviam apenas para sustentar a planta, porém, recentes pesquisas revelam que elas podem absorver efetivamente fósforo e talvez outros nutrientes (EMBRAPA, 1993).

O sistema radicular pode ter 1,5 a 3,0 metros de comprimento (Kiesselbach, 1949) concentrando-se nos 20 cm iniciais do solo. Entretanto, a profundidade real atingida depende em parte do pH, do “status de fertilidade do solo” do grau de compactação e do teor de umidade.

#### **2.1.4. Folha**

O embrião tem geralmente de 4 a 5 folhas já diferenciadas. O número de folhas pode ser determinado quando a plântula tem somente alguns dias de idade, seccionando acima do primeiro nó, revelando assim as folhas enroladas em volta umas das outras. As folhas são gradualmente expostas à medida que o colmo se alonga, mas o crescimento ocorre em sua maior parte quando as folhas ainda estão fechadas (Fundação Cargill, 1978).

Um ponto importante relacionado a folhas é o seu ângulo de inserção no caule. Atualmente, o conceito de uma cultivar moderna é ter grande número de folhas acima da espiga, com lâminas eretas e pendentes na região mediana, aumentando a eficiência na interceptação da energia radiante. Ressalta-se que as folhas acima da espiga são responsáveis por 50 a 80 por cento da matéria seca acumulada nos grãos (EMBRAPA, 1993).

#### **2.1.5. Colmo**

O colmo, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva. O armazenamento se dá após o crescimento vegetativo e antes do início do enchimento dos grãos. Estudos com remoção de folhas mostram que o colmo diminui em peso e a espiga continua o seu enchimento normal, demonstrando claramente que há uma translocação do colmo para os grãos (EMBRAPA, 1993).

O colmo contém uma considerável reserva de fotoassimilados que podem ser translocados para a espiga, condição verificada especialmente durante o período de senescência da planta, o que pode acarretar no enfraquecimento do colmo, tornando-o suscetível ao quebramento (EMBRAPA, 1993).

### **2.1.6. Florescimento**

Normalmente o florescimento ocorre de 50 a 100 dias depois do plantio. O tempo necessário para florescimento é afetado principalmente pela temperatura e não pela atividade fotossintética. A temperatura, portanto, é muito importante no desenvolvimento do milho, sendo que o ideal é a ocorrência de temperaturas em torno de 30 a 33 °C durante o dia e noites frias (EMBRAPA, 1993).

A temperatura noturna é importante porque é principalmente à noite que ocorre o crescimento. Noites e dias muito quentes não são favoráveis, pois, aceleram por demais o ciclo vegetativo e reprodutivo e o milho perde em rendimento. Noites frias e dias frios aumentam demais o ciclo, sem vantagens para o rendimento final (EMBRAPA, 1993).

### **2.1.7. Polinização e fertilização**

A dispersão do pólen ocorre de 2 a 14 dias após emissão do pendão (Hector, 1936), porém, mais frequentemente de 5 a 8 dias, com um máximo no 3º dias (Purseglove, 1972). O pólen é retido até que haja vento suficiente para carregá-lo para longe da planta mãe, deste modo aumentando a chance de polinização cruzada (Kiesselbach, 1949).

Os cabelos (estilo-estigma ou barba) levam 3 a 4 dias para emergir e são receptivos imediatamente após a emergência, assim permanece por até 14 dias, em condições favoráveis (Hector, 1936). Se o cabelo não for polinizado ele pode continuar a se alongar por 10 a 14 dias, podendo estender-se 30 a 40 cm além da palha. Quando ocorre a fertilização, o cabelo pára de crescer, encolhe um pouco e se torna amarronzado. Cada estilete-estigma é responsável por fertilizar um grão na espiga. Déficit hídrico e deficiência de nutrientes nesse

estádio, especialmente 10 a 14 dias antes da emissão do cabelo e liberação do pólen, podem diminuir sensivelmente o número de grãos. (EMBRAPA, 1993).

A germinação do pólen ocorre muito rapidamente quando em contato com os pêlos viscosos do estigma. A fertilização ocorre com cerca de 12 a 36 horas após a polinização (Miller, 1919). Entretanto, o tempo requerido desde a polinização até a fertilização depende muito da temperatura, da umidade e da variedade de milho (Weathewax, 1955).

### **2.1.8. O grão**

O desenvolvimento do grão se completa cerca de 50 a 55 dias após a fertilização. Esse período pode variar entre cultivares e, dentro de uma mesma cultivar. Fatores ambientais também induzem a pequenas variações (EMBRAPA, 1993). O grão é um fruto classificado como ou cariopse, característico das gramíneas. O endosperma é responsável por aproximadamente 85% do peso total do grão, o embrião 10% e o pericarpo 5% (Kiesselbach, 1949).

O endosperma é triploide tendo se originado da fusão de dois núcleos femininos e um núcleo masculino, sendo constituído principalmente de amido. A camada de aleurona, que envolve o endosperma, pode ser incolor, vermelha purpura, azul, bronzada, marron, laranja ou amarela, enquanto que o endosperma pode ser branco, amarela ou laranja (Brieger e Blumenschein, 1966; Mangelsdorf, 1974).

## **2.2. Preparo do solo**

O preparo do solo pode ser definido como a sua manipulação física, química e/ou biológica, tendo como objetivo otimizar as condições para a germinação das sementes e

emergência das plântulas, assim como as relações solo-água-planta, do plantio até a colheita. Os objetivos do preparo do solo podem ser resumidos nos seguintes pontos: 1) eliminação das plantas não desejáveis e minimização da competição com a cultura implantada; 2) obtenção de condições favoráveis para a colocação das sementes no solo, permitindo boa germinação e emergência. Dependendo das condições locais do solo, clima e culturas a serem implantadas, outros objetivos deverão também ser considerados: eliminação de camadas compactadas; incorporação e misturas do solo com calcário, fertilizantes e agroquímicos em geral; enterrio de restos vegetais ou restevras; nivelção do terreno. Os objetivos acima descritos devem ser atingidos com o menor número possível de operações sobre o terreno, visando reduzir o tempo, minimizar o consumo de combustível e o desgaste das máquinas (EMBRAPA, 1993).

A habilidade das plantas em explorar o solo, em busca de fatores de crescimento, depende grandemente da existência e distribuição de raízes no perfil do solo, que por sua vez, são dependentes das condições físicas e químicas, as quais, são passíveis de alterações em função do manejo aplicado (Sdiras et al., 1983; Vepraskas; Wagger, 1990; Rosolem et al., 1992).

Segundo Hamblin (1982) alguns aspectos estruturais produzidos pelo preparo do solo e plantio das culturas são transitórios, mas sua reorganização estacional progressiva pode alterar as propriedades físicas com reflexo no desenvolvimento da planta. Há necessidade portanto, de atentar para as condições não só químicas mas também físicas do solo, visando produções de alimentos de modo econômico e sem degradação da natureza.

### **2.2.1. Preparo Convencional**

No Brasil, quando se diz preparo convencional do solo, subentende-se uma aração mais gradagens de nivelamento, geralmente duas ou três. Esse arado trabalha a uma profundidade média de 20 cm, incorporando até essa profundidade os resíduos vegetais e plantas daninhas, sendo que, para condições onde a massa vegetal é muito densa, necessário se faz triturar esse material para que o arado não apresente problemas de embuchamento. O uso da grade pesada tem aumentado nos últimos anos, principalmente nas áreas de expansão da agricultura. Provavelmente, a opção por esse implemento se fez em função da possibilidade de se obter um maior rendimento do serviço, além de se conseguir realizar tanto a aração como a gradagem. Onde existe grande quantidade de massa vegetal esta grade trabalha bem, pois pica esse material, embora sua incorporação seja mais superficial. Após sucessivos anos de cultivo, vai haver a formação do chamado pé-de-grade, que nada mais é do que uma camada compactada formada logo abaixo da profundidade de corte da grade, de 10 a 15 cm (EMBRAPA, 1993).

Castro (1989) afirma que o preparo convencional possibilita a formação de uma crosta superficial compactada em função do impacto das chuvas e desagregação do solo pelo preparo. Esta situação, aliada a presença de camada compactada subsuperficial (Carvalho, 1995) promove a aceleração de processos erosivos, em grau até maior do que a própria declividade do terreno ou tipo de solo.

Machado et al. (1981), verificaram que o sistema convencional de preparo do solo reduz a porosidade total, a macroporosidade e a percentagem de matéria orgânica, aumentando a microporosidade e a densidade.

### **2.2.2. Cultivo Mínimo**

No cultivo mínimo, utiliza-se normalmente o arado escarificador, tendo característica de somente escarificar o solo, ou seja, quebrar a sua estrutura, sem, contudo, revolvê-lo muito e sem destruir os agregados. Pode ser usado também para quebrar camadas compactadas. Para sua utilização, é necessário que o solo esteja mais seco. Esse implemento pode proporcionar maior rendimento que os outros arados, além de um bom desenvolvimento radicular e, por ocasião do início do desenvolvimento da cultura, permite que ocorra boa infiltração de água e proteção superficial do solo, pois grande parte dos resíduos vegetais permanecem sobre a sua superfície.

Por outro lado o escarificador não é próprio para áreas recém desbravadas e para áreas onde haja uma massa vegetal muito densa, o que irá causar seu constante embuchamento, havendo nesses casos, a necessidade de uma gradagem para picar o material, facilitando a operação com o escarificador (EMBRAPA, 1993).

### **2.2.3. Plantio Direto**

Entre as diversas técnicas de uso e manejo do solo hoje em uso, o plantio direto tem merecido a atenção dos especialistas do mundo, por interferir o mínimo possível com o meio ambiente e reduzir a níveis insignificantes a erosão do solo.

Segundo Muzilli (1985) o plantio direto é um processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas sobre os restos culturais anteriores, sem a movimentação do solo. Esta técnica pressupõe então, para sua utilização, o uso de herbicidas para o controle das ervas daninhas ou de outras plantas destinadas a cobertura do solo.

Estudos de Derpesch et al. (1991), em LR do Paraná possibilitaram afirmar que os métodos de preparos levaram a compactação em relação as condições naturais do solo. No plantio direto as maiores densidades foram localizadas entre 0 e 20 cm ao passo que sob preparo convencional entre 20 e 30 cm. Valores de densidades superiores a  $1,25 \text{ kg dm}^{-3}$  proporcionavam dificuldades para o crescimento radicular e a infiltração de água. Maior densidade observada na camada superficial, conquanto possa facilitar a formação de enxurrada, foi responsável pela maior retenção de água à plantas.

No que diz respeito à calagem em plantio direto, Castro (1989) afirma que a calagem em plantio direto é ainda uma questão polêmica. Embora se recomende calagem com incorporação profunda antes de iniciar o plantio direto, com o passar dos anos há uma redução nos valores de pH e, em alguns casos problemas com o  $\text{Al}^{3+}$ . Alguns produtores tem feito aplicação de doses mais leves de calagem sem incorporação. Aplicação de doses pesadas de corretivos na superfície pode elevar excessivamente o pH com prejuízos para absorção de nutrientes, principalmente de micronutrientes. Contudo, pesquisas mais recentes visando equacionar este problema estão sendo desenvolvidas. Sá (1993) trabalhando em solos dos Campos Gerais, município de Ponta Grossa PR, com plantio direto a partir do primeiro ano com aplicação de calcário sobre a vegetação original de gramíneas sem incorporação, não constatou queda de produção da soja em relação a outras áreas previamente corrigidas e adubadas em profundidades. Este pesquisador observou ainda que a aplicação superficial do calcário corrigiu a acidez e adicionou bases em profundidades. Isto foi possível, graças aos canalículos produzidos pelo sistema radicular em decomposição e à atividade dos microorganismos e pedofauna.

Almeida; Rodrigues (1985) enfatizam que o aumento dos teores de M.O. no solo possibilita um aumento da população macrobiana do solo, os quais movimentaram grande quantidade de terra em busca de alimentos ou para deposição de seus ovos. Nesses percursos, abrem se galerias contribuindo para aumentar permeabilidade do terreno, permitindo além de uma melhor drenagem com infiltração do excesso de água, a descida do calcário e adubos em profundidade.

#### **2.2.4. Gessagem**

Os solos do Brasil apresentam problemas de acidez subsuperficial, uma vez que a incorporação profunda (>20cm) do calcário nem sempre é possível. Assim, camadas mais profundas do solo (abaixo de 35 ou 40cm) podem continuar com excesso de alumínio tóxico. Esse problema, aliado a baixa capacidade de retenção de água desses solos, limita a produtividade, principalmente nas regiões onde é mais frequente a ocorrência de veranicos (EMBRAPA, 2002).

O gesso agrícola é basicamente o sulfato de cálcio diidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), obtido como subproduto industrial. Ele é um sal pouco solúvel em soluções aquosas, mas que pode atuar sobre a força iônica da solução do solo. Essas características, aliadas aos teores de Ca (17 a 20 dag/kg), de S (14 a 17 dag/kg), de Mg, micronutrientes e outros elementos permite que o gesso agrícola possa ser utilizado na agricultura como fonte de Ca e de S e na correção de camadas subsuperficiais com altos teores de  $\text{Al}^{3+}$  e, ou, baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ , com o objetivo de melhorar o ambiente radicular das plantas (CFSEMG, 1999)

O gesso apresenta, além da capacidade de reduzir a saturação de alumínio nas camadas mais profundas, a capacidade de elevar os teores de Ca, Mg e K. Com isso criam-

se condições para o aprofundamento do sistema radicular das plantas, e o aproveitamento com maior eficiência da água disponível, minimizando os efeitos dos veranicos. Deve ficar claro, porém, que o gesso não neutraliza a acidez do solo (EMBRAPA, 1997).

Não há dúvida de que o gesso, devido à suas características de alta mobilidade no perfil do solo, carregando consigo bases de interesse nutricional, poderá melhorar o padrão de fertilidade em profundidade (Pavan et al., 1984) em solos submetidos ao plantio direto já no primeiro ano de produção agrícola.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e características climáticas

O experimento de campo foi realizado na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, Município de Uberlândia-MG, no período de 15/11/2002 à 21/03/2003. O clima predominante na área, pela classificação de Köppen, é o Aw, que se caracteriza como clima tropical chuvoso, megatérmico, com inverno seco (Quadro 1).

**QUADRO 1.** Temperatura, umidade relativa e evaporação do tanque classe A média, e precipitação total ocorrida no local do experimento<sup>1</sup>

Mês	Temperatura Média (°C)		UR Média (%)	ECA Média (mm/dia)	Precipitação Total (mm)
	Mínima	Máxima			
set/02	17,58	26,18	81,40	7,73	56,50
out/02	17,58	26,18	65,58	11,86	49,40
nov/02	19,910	27,589	96,130	5,992	258,05
dez/02	20,88	28,46	91,49	6,77	396,82
jan/03	20,64	25,55	92,28	25,58	746,30
fev/03	19,69	27,99	92,71	8,16	82,94

<sup>1</sup> Dados coletados na Estação Meteorológica da Fazenda do Glória - UFU

### **3.2. Delineamento Experimental**

Foi utilizado o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. Cada parcela tem a dimensão de 11x25 m, totalizando uma área de 275 m<sup>2</sup> por parcela e uma área total de 7.700m<sup>2</sup>.

### **3.3. Tratamentos**

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes sistemas de manejo do solo e de uso de corretivo, com calcário dolomítico + gesso agrícola ou somente calcário, conforme proposto a seguir:

- 1) Sistema de Manejo em Cultivo Convencional, com calcário + gesso agrícola incorporados com grade pesada (CCCGI);
- 2) Sistema de Manejo em Cultivo Convencional, com calcário incorporado com grade pesada (CCCI);
- 3) Sistema de Manejo com Ausência de Preparo do Solo e calcário + gesso agrícola aplicados na superfície (sem incorporação) (APCGS);
- 4) Sistema de Manejo em Cultivo Mínimo, com calcário parcialmente incorporado com o arado escarificador (CMCI);
- 5) Sistema de Manejo em Cultivo Mínimo com calcário + gesso agrícola parcialmente incorporados com arado escarificador (CMCGI);
- 6) Sistema de Manejo com Ausência de Preparo do Solo e calcário aplicado na superfície (sem incorporação) (APCS);
- 7) Sistema de Manejo em Plantio Direto com calcário + gesso agrícola incorporados com grade no primeiro ano agrícola (PDCG).

### 3.4. Características do solo

O experimento foi realizado em uma área de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, com 55% de argila, originalmente sob vegetação de cerrado, mas que no primeiro ano de cultivo estava sob uso de pastagem com sinais de degradação.

O sistema de plantio direto está em seu segundo ano, isso porque em seu primeiro ano agrícola (2000/2001) foi realizado o preparo convencional.

No mês de setembro de 2002, coletou-se amostras de solo na profundidade de 0-20 cm em todas as parcelas experimentais para caracterização química (Quadro 2), para fins de avaliação da necessidade de calagem, gessagem e adubação química do solo, visando o cultivo do milho no ano agrícola 2002/2003.

**QUADRO 2.** Caracterização química do material de solo coletado nas parcelas experimentais do Latossolo Vermelho Distrófico

Característica	Tratamentos <sup>1</sup>						
	CCCGI	CCCI	APCGS	CMCI	CMCGI	APCS	PDCG
pH em água (1:2,5)	6,38	6,37	5,42	5,43	5,29	5,13	5,74
Ca (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,06	1,97	1,30	1,17	1,19	1,18	1,52
Mg (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,59	0,78	0,40	0,49	0,43	0,47	0,65
K (mg/kg)	112	56	82	108	72	76	70
P (mg/kg)	8,58	10,68	6,40	5,70	8,95	9,83	9,80
Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,04	0,00	0,06	0,09	0,11	0,16	0,11
H+Al (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,88	2,10	3,25	3,35	3,35	4,05	2,53
V (%)	60,94	57,89	36,92	36,58	34,90	31,21	48,11

<sup>1</sup> Média de 4 repetições

Neste mesmo mês, procedeu-se a roçagem da braquiária nas parcelas de cultivo mínimo, ausência de preparo e plantio direto, visando maior eficiência do herbicida Glifosato Nortox (Glyphosate, 480 g/L), que foi aplicado posteriormente, na dosagem de 4 L/ha. Em seguida aplicou-se o calcário dolomítico nas parcelas experimentais (Quadro 3) visando atingir 60% da saturação por bases em todos os tratamentos, baseado no quadro 3. A quantidade de gesso agrícola aplicada foi de 18 kg/parcela 275 m<sup>2</sup>, ou seja, de 0,65 t/ha. A incorporação do(s) corretivo(s) foi feita com grade pesada e escarificador, respectivamente, para as parcelas de cultivo convencional e cultivo mínimo. Nas parcelas de ausência de preparo e plantio direto o(s) corretivos(s) não foram incorporados.

**QUADRO 3.** Quantidade de calcário dolomítico aplicada nas parcelas experimentais em um Latossolo Vermelho Distrófico, em Uberlândia-MG, para elevar V a 60%

<b>Tratamento</b>	<b>V atual (%)</b>	<b>Calcário dolomítico (kg/parcela 275 m<sup>2</sup>)</b>
CCCGI	60,94	----
CCCI	57,89	3,00
APCGS	36,92	35,60
CMCI	36,58	36,49
CMCGI	34,90	38,71
APCS	31,21	50,77
PDCG	48,11	17,33

### **3.5. Implantação da Cultura e Adubação para o ano agrícola 2002/2003**

Em novembro de 2002 realizou-se a semeadura do milho híbrido NB-7240 – HE da Syngenta, utilizando semeadora de plantio direto SHM 17, com espaçamento entre linhas de 0,90 m e 6 plantas de milho por metro linear. A adubação de semeadura foi de 400 kg do

formulado 04-30-16/ha, correspondendo à aplicação de 16 kg N/ha, 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 64 kg K<sub>2</sub>O/ha.

### **3.6. Tratos Culturais**

Na adubação de cobertura aplicou 19,25 Kg de sulfato de amônio por parcela, o que corresponde a 140 Kg de N por hectare. O controle de plantas daninha foi realizado pela aplicação da mistura de dois herbicidas, Primóleo (Atrazine+Óleo) + Sanson (Nicosulfuron), na dose de 3,0 l/ha e 0,5 l/ha respectivamente.

### **3.7. Atributos avaliados**

#### **3.7.1. Produtividade**

Foram colhidas as espigas de duas linhas centrais de cada parcela experimental para obter a produtividade de cada tratamento. A área útil da coleta da produtividade corresponde à 36 m<sup>2</sup>. As espigas foram armazenadas em sacos e posteriormente debulhadas. Os grãos foram pesados, realizando depois a conversão da produtividade da área colhida de 36 m<sup>2</sup> para um hectare.

#### **3.7.2. Altura de plantas e da inserção da primeira espiga**

Foi medida obtida ao término do florescimento das plantas, sendo considerada como altura de plantas a distância do solo à extremidade superior da bainha da folha bandeira e, da inserção da primeira espiga a distância do solo à inserção da mesma ao caule.

### **3.7.3 “Stand”**

O “stand” foi avaliado ao término do florescimento. Isso ocorreu através da contagem do número de plantas nas duas linhas centrais de parcela, obtendo assim o número de plantas por metro linear.

### **3.7.4. Índice de espigas por planta**

Ao se determinar o stand, procedeu-se também a contagem do número de espigas existentes nas duas linhas centrais de cada parcela, obtendo assim a relação existente entre o número de plantas e espigas.

## **3.8. Análise Estatística**

As análises estatísticas dos dados foram realizadas de acordo com os modelos matemáticos apropriados para o delineamento adotado, aplicando o teste de Tukey, com significância a 5% de probabilidade.. Utilizou-se o software SANEST.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Altura de plantas**

Para o parâmetro altura de plantas ocorreu diferenças significativas entre os sistemas de manejo (Tabela 1). O sistema de manejo convencional possibilitou, estatisticamente, os melhores resultados em relação aos demais tipos de preparo. Não ocorreu diferença significativa para os tratamentos de calagem e/ou gessagem.

Entretanto estes resultados poderiam ter sido diferentes se não tivesse ocorrido uma precipitação pluviométrica durante o ciclo da planta (Quadro 1), com adequada oferta de umidade, conforme constatado por Fiorini (2003).

### **4.2 Altura de inserção da primeira espiga**

A Tabela 1 mostra que as maiores médias para altura de inserção da primeira espiga foram encontradas também no sistema convencional, seguido do plantio direto.

**TABELA 1.** Altura média de plantas e da inserção da primeira espiga (m) do milho em cada sistema de preparo, realizado após o florescimento em cada parcela<sup>1</sup>

<b>Tratamento</b>	<b>Médias<sup>2</sup></b>	<b>Médias<sup>3</sup></b>
CCCI	2,0545 a	1,0165 a
CCCGI	2,0360 a	0,9695 ab
PDCG	1,8695 b	0,8890 abc
CMCGI	1,8490 b	0,8420 bc
APCGS	1,8162 b	0,8380 c
CMCI	1,7870 b	0,8320 c
APCS	1,7640 b	0,8100 c
C.V. (%)	3,384	6,24
D.M.S. (Tukey 5%)	0,1472	0,1289

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

<sup>2</sup> Altura média de plantas de milho em cada tratamento

<sup>3</sup> Altura média de inserção da primeira espiga de milho em cada tratamento

Comparando esta variável com a altura de plantas, constata-se que houve uma mesma tendência para os tratamentos, ou seja, a maior altura foi observada para o sistema convencional e a menor para a ausência de preparo. Esta é uma característica agrônômica importante, pois, além de relacionar com a maior ou menor facilidade da colheita mecanizada, plantas de milho com melhor desenvolvimento aéreo, sustentam melhor as espigas, apresentando menor risco de acamamento e quebra com a ocorrência de ventos.

Este fato, possivelmente, não está relacionado somente com a genética da planta, mas também com a adequação física e química do solo, que no atual estágio de desenvolvimento da pesquisa, encontra-se melhor no sistema convencional devido à incorporação dos insumos.

A inserção mais alta da espiga é ainda importante na colheita mecanizada, pois quanto mais alta a inserção, menor será o volume de colmo e folhas que serão trilhadas junto com as espigas dentro da colheitadeira, otimizando a colheita.

### **4.3. “Stand”**

Dentro dos diferentes tipos de preparo de solo, não houve diferença significativa no stand (Tabela 2). Isso demonstra que não houve favorecimento na germinação e emergência, por parte do processo de preparo do solo.

Na agricultura atual, em que há máquinas e implementos sofisticados, as semeadoras, na maioria das vezes, se encarregam de criar condições favoráveis para germinação da semente e emergência da planta. Há uma descompactação na linha onde a semente é depositada, não tendo assim, dificuldade em emergir.

Estas boas condições edáficas proporcionadas pela semeadora, aliada a ótimas precipitações ocorridas no período que antecedeu a semeadura e logo após a mesma e uma semente de boa qualidade contribuíram para que não houvesse diferença significativa no stand entre os diferentes tipos de preparo do solo.

### **4.4. Índice de espiga por planta**

Ao contrário do que ocorreu com o stand, em que não houve diferença significativa entre os tratamentos, no índice de espiga por plantas houve diferença significativa (Tabela 2), sendo que o melhor resultado foi obtido no cultivo convencional independente ao uso de corretivo.

O índice de espiga/planta reflete a prolificidade do material. Um material prolífero é aquele que produz mais de uma espiga por planta. O preparo de solo que proporcionou a menor prolificidade foi o tratamento ausência de preparo, que foi onde obteve-se o menor número de planta e de espiga por metro.

**TABELA 2.** Número médio de espiga por plantas, número médio de plantas de milho emergidas em 10 metros e índice de prolificidade dentro de cada tratamento<sup>1</sup>

<b>Tratamento</b>	<b>Médias<sup>2</sup></b>	<b>Médias<sup>3</sup></b>	<b>Médias<sup>4</sup></b>
CCCGI	61,50 a	53,25 a	1,1554 a
CCCI	61,25 a	53,00 a	1,1538 a
PDCG	58,50 ab	52,50 a	1,1145 ab
CMCGI	55,00 abc	52,25 a	1,0521 bc
CMCI	53,25 bc	51,50 a	1,0354 bc
APCS	50,75 c	49,00 a	1,0353 bc
APCGS	49,75 c	48,50 a	1,0263 c
C.V.(%)	5,564	4,562	3,201
D.M.S. (Tukey 5%)	7,2388	5,4780	0,0808

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Média de espigas por planta em 10 metros lineares

<sup>3</sup> Média de plantas de milho emergidas em 10 metros lineares

<sup>4</sup> Média do índice de prolificidade (espiga/plantas) em cada tratamento

#### 4.5. Produtividade

Os diferentes tipos de preparo do solo apresentaram diferenças significativas entre si, com relação a esta variável. As médias obtidas em cada tratamento estão apresentadas na tabela 3.

**TABELA 3.** Produtividade (kg/ha) do milho em cada tipo de preparo do solo<sup>1</sup>

<b>Tratamento</b>	<b>Médias</b>
CCCGI	8.975 a
CCCI	8.680 a
PDCG	7.986 b
CMCGI	7.812 b
CMCI	7.569 bc
APCGS	7.048 cd
APCS	6.458 d
C.V. (%)	3,544
D.M.S. (Tukey 5%)	644,38

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando os resultados apresentados, verifica-se que a maior produtividade ocorreu no preparo cultivo convencional não diferindo em relação ao uso dos corretivos. Dentre os outros atributos avaliados, constatamos que o preparo convencional também foi superior, podendo refletir uma interdependência entre eles, ou seja, que a maior produtividade pode ser em decorrência de esse tratamento apresentar as maiores alturas médias de planta, ter o maior “stand” e também o maior índice espiga planta.

O cultivo ausência de preparo apresentou as menores produtividades, denunciando que não é favorável o cultivo de uma cultura em um solo que não ocorra um preparo inicial. O plantio direto obteve a terceira maior produtividade, porém não diferiu significativamente do cultivo mínimo.

## **5. CONCLUSÕES**

O cultivo convencional apresentou os melhores resultados em todos os atributos avaliados, inclusive na produtividade, para o período em que foi conduzida a pesquisa, sendo muito importante as condições climáticas do período.

O sistema de cultivo ausência de preparo apresentou os piores resultados na produtividade e nos atributos avaliados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2000: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, Editora Argos Comunicação, 2000.

AGRIANUAL 2002: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, Editora Argos Comunicação, 2002

ALMEIDA, F.S. de; RODRIGUES, B.N. *Guia de herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional*. Londrina: IAPAR, 1985, 482p.

BRIEGER, F.G.; A. BLUMENSCHHEIN. 1966. Botânica e origem do milho. P. 81-107. In *Cultura e Adubação do Milho*. São Paulo.

CARVALHOR Jr. I. *Estimativas de parâmetros sedimentológicos para estudo de camadas compactadas e/ou adensadas em latossolo de textura média, sob diferentes usos*. Viçosa-MG: UFV, 1995, 83p. Dissertação (Tese de Mestrado).

CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação*. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CASTRO, O. M. de. *Preparo do solo para a cultura do milho*. Campinas, 1989. 41p. (Serie técnica, 3)

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.; KRAUSE, R. & BLANKEN, J. *Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*. Eschborn, 1991. 268p.

- DOURADO-NETO, D. Modelos fitotécnicos referentes à cultura do milho, 1999. 229p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- EMBRAPA. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. - Brasília: EMBRAPA - SPI, 1993. 204p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourado, MS). **Milho**: informações técnicas. Dourados, 1997. 222p. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 5).
- EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil - 2003. - Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: ESLQ, 2002. 199p.
- FAO. **Production Yearbook**. v.52, p.71, 1998.
- FIORINI, P. R. S., Retenção de umidade, densidade, microporosidade e resistência a penetração em diferentes sistemas de preparo do solo para a cultura do milho, 2003. Monografia - Univerisdade Federal de Uberlândia.
- FUNDAÇÃO CARGILL. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas, 1978.
- HAMBLIM, A.P. Soil water behaviour in response to changes in soil structure. *J. Soil Sci.*, Oxford, 33, p.375-386, 1982.
- HECTOR, J.M. 1936. *Introduction to the Botany of Field Crops*. Central New Agency Ltd., Johannesburg. 478p.
- HILL, R.L.; HORTON, R.; CRUSE, R.M. Tillage effects on soil water retention and pore size distribution of two Mollisols. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 49, p.1264-1270, 1985.
- KIESSELBACH, T.A. 1949. The structure and reproduction of corn. *Nebraska Agric. Exp. Stn. Research Bull.* No. 161. Lincon, Nebraska, 96p.
- MACHADO, J.A.; PAULA SOUZA, DM. DE; BRUM, A.C.R. DE Efeito dos anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. *R. Bras Ci. Solo*, Campinas, 5, p.187-189, 1981.
- MANGELSDORF, P.C. 1974. *Corn. Its Origin, Evolution and Improvement*. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass. 262 p.
- MILLER, E.C. 1919. Development of the pistillate spikelet and fertilization in *Zea mays* L. *J. Agr Research* 18:255-265.

MUZILLI, O. Fertilidade do sistema de plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V. & MACHADO, J., (Ed.). *Atualização em plantio direto*. Campinas, Fundação Cargill, 1985.p. 147-160.

OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; REYNIER, F.N. Efeito do fosfógeno na produção de feijão e arroz e no comportamento de alguns nutrientes. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFÓGENO NA AGRICULTURA,1, Brasília. *Anais...* Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. p. 45-59.

PAVAN, M.A.; ROTH, C.H.; CHAVES, J.C.D.; MEYER, B.; FREDE, H.G. Efeitos das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltração de água em um Latossolo Roxo cultivado com cafeeiros. *Rev. bras. Ci. Solo*, Campinas., 10, p.163-166, 1984.

PURSEGLOVE, J.W. 1972. *Tropical Crops. Monocotyledons I*. John Wiley and Sons, Inc. New York. 334p.

ROSOLEM, C.A.; FULANI Jr., E.; BICUDO, S.J.; MOURA, E.G.; BULHOES, L.H. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas., 16, p.115- 120, 1992.

SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: PLANTIO DIRETO NO BRASIL. Passo Fundo: Aldeia Norte/EMBRAPA-CNPT/FUNDACEP-FECOTRIGO/FUNFAÇÃO-ABC, 1993. P.37-60.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico (Oxisol) . *Rev. bras. Ci. Solo*, Campinas., 7, p.103-106, 1983.

VEPRASKAS, M. J.; WAGGER, M. G. Corn root distribution and yield response to subsoiling for Paleudults having different aggregate sizes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:849-854, 1990.

WEATHERWAX, P. 1955. Structure and development of reproductive organs. Pp. 89-121 in G.F. Sprague (ed.), *Corn and Corn improvement*. Academic Press, New York.