**INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO E DA NATUREZA DO
FERTILIZANTE NITROGENADO NA CULTURA
DE MILHO (*Zea mays* L.)**

JOSÉ LAÉRCIO FAVARIN
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO LUIZ FANCELLI

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1991

I J J

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

F272i Favarin, José Laércio
Influência do preparo do solo e da natureza do
fertilizante nitrogenado na cultura de milho (Zea
mays L.). Piracicaba, 1991. 2. ed.
53p. ilus.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Adubo - Fonte 2. Milho - Adubação nitroge-
nada 3. Milho - Solo - Manejo 4. Solo - Manejo -
Efeito I. Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz, Piracicaba.

CDD 633.15

**INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO E DA NATUREZA DO
FERTILIZANTE NITROGENADO NA CULTURA
DE MILHO (*Zea mays* L.)**

JOSÉ LAÉRCIO FAVARIN

Aprovada em: 01.04.91

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Godofredo Cesar Vitti	ESALQ/USP
Prof. Dr. Walter Rodrigues da Silva	ESALQ/USP
Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli	ESALQ/USP

Prof. Dr. ANTONIO LUIZ FANCELLI
Orientador

À Maria da Graça, Junior
e Felipe.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Antonio Luiz Fancelli, pela orientação, amizade e incentivo.

Ao Professor Júlio Marcos Filho, pelo apoio e sugestões.

Ao Professor Zilmar Ziller Marcos, pelo auxílio na confecção do summary.

Ao Departamento de Agricultura pelas condições oferecidas que tornaram possível a realização do presente trabalho de pesquisa.

Ao Departamento de Matemática e Estatística, em especial a Maria Izalina Ferreira Alves, pelo auxílio na análise estatística.

Ao Departamento de Química, setor Nutrição Mineral de Plantas, em especial aos Professores Antonio Roque Dechen e Quirino Augusto de Camargo Carmello, pela realização da análise química das plantas.

Aos estagiários Evair Miessi Mente e Valmir José Zuffo, pela colaboração prestada na condução da pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais e familiares, um agradecimento
especial.

SUMÁRIO

	página
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Adequação do solo da área experimental ...	12
3.2. Cultivar de milho	14
3.3. Fontes de Nitrogênio	14
3.4. Implantação do experimento	15
3.5. Colheita e processamento	20
3.6. Peso da matéria seca e nitrogênio acumulado na planta	23
3.7. Nitrogênio acumulado e exportado na colheita	24
3.8. Procedimento estatístico	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Produção de grãos e seus componentes	26
4.2. Nitrogênio acumulado na planta	34
4.2.1. 1ª avaliação (53 dias após a emergência das plântulas)	34
4.2.2. 2ª avaliação (67 dias após a emergência das plântulas)	37
4.3. Nitrogênio total acumulado e exportado na colheita	44
5. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO E DA NATUREZA DO
FERTILIZANTE NITROGENADO NA CULTURA
DE MILHO (*Zea mays* L.)

Autor : José Laércio Favarin

Orientador: Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

RESUMO

Com a finalidade de avaliar a influência do preparo do solo e da natureza da fonte do fertilizante nitrogenado, para adubação em cobertura, no desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.) foi instalado um ensaio de campo, em solo Podzólico Vermelho-Escuro latossólico (PELo), na Fazenda Areão, localizada no município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

Para tanto foi utilizado o cultivar de milho híbrido duplo "C-525", em parcelas de 162m² de área, com 18 linhas de 10m de comprimento espaçadas de 0.90m. Os tipos de preparo do solo avaliados, constituindo as parcelas, foram o plantio convencional e o plantio direto. As parcelas foram divididas em subparcelas para receberem os tratamentos em relação à fonte de nitrogênio. A adubação de cobertura foi realizada com a utilização de duas fontes: uma sólida, o

sulfato de amônio (20%N) e outra fluida, o uran (32%N), aplicadas na superfície do solo sem incorporação.

A absorção de nitrogênio pelas plantas foi avaliada pela determinação da sua quantidade (mg/planta) nas folhas, colmos, panículas e espigas, 53 e 67 dias após a emergência das plântulas (13 e 27 dias após a aplicação do fertilizante). Na colheita, após a maturidade fisiológica, foi determinada a quantidade do nutriente acumulado e exportado, bem como a produção de grãos e outros componentes como o diâmetro e comprimento de espiga e a relação entre peso de grãos e espiga.

A análise e interpretação dos resultados permitiram concluir que o tipo de preparo do solo não apresentou influência na produção da cultura de milho, no primeiro ano da sua implantação, bem como, para a primeira avaliação do nitrogênio acumulado, nas partes da planta, aos 53 dias após a emergência das plântulas. Entretanto, na 2ª avaliação, 67 dias após a emergência das mesmas, aliado as condições climáticas adversas, responsáveis pela redução da água armazenada no solo, o sistema de plantio direto favoreceu o aproveitamento do fertilizante nitrogenado. Nestas condições, foi constatada a interdependência dos efeitos entre o mencionado sistema e a fonte fluida do fertilizante nitrogenado nas determinações para colmo e espiga.

INFLUENCE OF SOIL TILLAGE AND SOURCE OF NITROGEN
FERTILIZER ON CORN (*Zea mays* L.)

Author: José Laércio Favarin

Adviser: Prof. Dr. Antonio Luiz Fancelli

SUMMARY

The effect of soil tillage and source of nitrogen fertilizer applied as sidedressing on corn (*Zea mays*, L.) was studied by means of a field trial conducted on a Latosolic Dark-Red Podzolic soil (PELa), occurring at the "Fazenda Areão", located in the Piracicaba Municipality, State of São Paulo.

To that end corn cultivar double-hybrid "C-525" was planted on $162m^2$ plots. Plants were spaced 0.90m between 10m long rows. Plots were divided in half so that subplots were used for nitrogen source treatments. Soil tillage treatments were conventional and no-tillage soil seed-bed preparation. Nitrogen sources were ammonium sulfate (solid, 20%N) and uran (liquid, 32%N) sidedressed 40 days after seedling emergence.

Nitrogen uptake by the plants was evaluated by determining N content in leaves, stalks, panicles^a and ear, 53 and 67 days after seedling emergence (13 and 27 days after sidedressing). Harvest was done after physiological maturity was reached by the corn crop. Treatment effects on

corn production was determined through yield parameters such as ear length and diameter, grain and ear weight and a ratio between these two.

Analysis and interpretation of the results indicate that soil treatment had no effect on corn yield in the first cropping year. But the results showed a higher nitrogen uptake by the corn plants in the no-tillage and liquid nitrogen (uran) treatments which could be attributed to a rainfall deficiency prevailing in the period when the plants were sampled for analysis (53 and 67 days after plant emergence).

1. INTRODUÇÃO

De maneira geral, o rendimento na agricultura não tem evoluído satisfatoriamente, embora se verifique crescente utilização dos insumos modernos de produção. Uma das razões, da ineficiência do atual modelo agrícola, está assentada na padronização do manejo do solo. Consequentemente, o processo erosivo vem assumindo proporções alarmantes na degradação de tão importante recurso natural.

Para isso, existem diferentes opções, em relação às estratégias de manejo do solo, com o intuito de melhorar o desempenho da agricultura. Estas melhorias, entretanto, não implicam necessariamente na obtenção de aumentos indiscriminados na produção das culturas mas, seguramente, contribuem para a melhor conservação dos recursos naturais como o solo e a água. Uma destas opções constitui-se no sistema de produção fundamentado no revolvimento mínimo do solo, denominado plantio direto, que tem revelado eficiência na conservação dos recursos naturais mencionados.

Neste sistema mostra-se polêmico o comportamento do nitrogênio, pois as condições proporcionadas influenciam diretamente os principais fatores relacionados à eficiência na utilização desse nutriente tais como a imobilização biológica, volatilização, lixiviação e mineralização.

Assim, o presente trabalho apresentou, como objetivos principais o estudo dos efeitos do preparo convencional do solo e do plantio direto, bem como da natureza (sólida ou fluida) da fonte do fertilizante nitrogenado usado na adubação de cobertura sobre a cultura de milho.

Justifica-se o presente trabalho pela necessidade de geração de subsídios envolvendo diferentes tipos de preparo do solo e o aproveitamento do fertilizante nitrogenado, aplicado em cobertura, em nossas condições.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A acumulação de matéria seca pelas plantas, de maneira geral, corresponde a uma curva sigmóide, apresentando baixos valores no início do desenvolvimento da cultura. De acordo com HANWAY (1962), somente entre 40 e 70 dias após a emergência das plântulas de milho, é verificado acentuado acúmulo de matéria seca devido ao desenvolvimento do colmo enquanto, ao redor de 50 dias, o máximo acúmulo de matéria seca pelas folhas é atingido. A elevação acentuada do acúmulo de matéria seca pela espiga tem início 60 dias após a emergência das plântulas, ao passo que, aos 70 e 75 dias, é observado o aumento de peso dos grãos.

ALDRICH & LENG (1972) e ANDRADE (1975) observaram que há muita semelhança entre as curvas de acúmulo de matéria seca e a absorção de nitrogênio. ALDRICH & LENG (1972) afirmaram, ainda, que a absorção de nitrogênio pela cultura de milho ocorre durante todo o ciclo. Entretanto, o período que antecede o pendoamento, correspondente a 50 dias após a emergência das plântulas, é responsável pelo consumo de 50% desse nutriente.

De acordo com ULLOA et alii (1982), a

absorção do nitrogênio proveniente do fertilizante, utilizado em cobertura, realizada 42 dias após a emergência das plântulas, é acelerada entre, 45 a 60 dias após a emergência das mesmas. Segundo os autores, logo após a adubação de cobertura tem início a absorção do nutriente do fertilizante. A partir do florescimento, 60 dias após a emergência, grande parte do nitrogênio absorvido, e proveniente do fertilizante (cerca de 45%), é redistribuído para a formação e desenvolvimento dos grãos até a maturidade. Para o período compreendido entre 20 e 80 dias após a emergência das plântulas calcula-se que, para uma produção de 6000 kg de grãos por hectare, a cultura absorva nitrogênio do solo ou do adubo com uma velocidade de 3 kg/hectare/dia (MALAVOLTA & DANTAS 1987).

Com relação ao fertilizante nitrogenado usado em cobertura, VOLK (1959) e MEYER et alii (1961) mostraram que a maior perda de amônia, através da volatilização, ocorre quando a uréia é aplicada sobre resíduos orgânicos, enquanto que sua aplicação direta na superfície do solo, como se verifica no plantio convencional, resulta em menores perdas. Quanto maior a quantidade de nitrato de amônio na solução fertilizante, em detrimento da participação da uréia, menor foi a taxa de volatilização da amônia, em comparação à solução exclusiva de uréia (KRESGE & SATCHELL, 1960).

Para a mesma situação anterior, ou seja, aplicações superficiais sobre resíduos de cultura, MEYER et

alii (1961), verificaram comportamento diferente. Para os autores, a solução com nitrato de amônio e uréia apresentou a maior taxa de perda de nitrogênio, na forma amoniacal (21%), seguida pelos fertilizantes uréia, sulfato de amônio e nitrato de amônio, com 17%, 10% e 5%, respectivamente.

Em relação à fonte do fertilizante nitrogenado, BANDEL et alii (1980) observaram que o potencial de produção de milho, no sistema de plantio direto, é maior com a solução de nitrato de amônio e uréia, do que exclusivamente com a uréia. Entretanto, Fox et alii (1986) constataram que a produção de grãos e o nível de nitrogênio foliar foram semelhantes, tanto para a solução de nitrato de amônio e uréia, quanto para a uréia aplicadas na superfície do solo; a aplicação em subsuperfície da solução fertilizante não aumentou a eficiência de aproveitamento do nitrogênio, ocorrendo o mesmo com a uréia.

As perdas de nitrogênio, por volatilização, estão relacionadas com a presença de nitrogênio amídico, sendo maiores quando usados fertilizantes que o contém, significando que os mesmos devem ser incorporados ao solo para garantir maior eficiência no seu aproveitamento. Também o grau de umidade do solo poderá auxiliar na sua incorporação reduzindo, assim, o processo de volatilização.

Os resultados obtidos por FENN & MIYAMOTO (1981) e BOUWMEESTER et alii (1985) mostraram que a precipitação pluvial e a irrigação constituem importantes mecanismos para diminuir as perdas de nitrogênio na forma

amoniacal, através da volatilização, ainda que a uréia ou os fertilizantes que apresentam nitrogênio amídico sejam aplicados superficialmente. Por outro lado, ECKERT et alii (1986) afirmaram que a natureza do resíduo encontrado na superfície do solo também poderá afetar a eficiência do fertilizante nitrogenado. Portanto, no sistema de plantio direto, quando da presença de resíduos da cultura de milho, é provável que maior quantidade de nitrogênio aplicado superficialmente fique retido diretamente sobre os mesmos, reduzindo seu aproveitamento.

Ainda, com o objetivo de comparar os efeitos de diferentes intensidades de revolvimento do solo, sobre a produção de milho, foram realizados alguns experimentos por MOODY et alii (1961). Para os autores, a taxa de desenvolvimento da cultura de milho, no sistema de plantio direto, foi significativamente superior ao desenvolvimento observado no plantio convencional. Apesar do maior desenvolvimento da cultura no plantio direto, não foram constatadas diferenças significativas ao nível de 1%, em relação à concentração foliar de nitrogênio, fósforo e potássio. A produção de grãos foi, no entanto, superior no sistema de plantio convencional. Para JONES JUNIOR et alii (1969), a produção de grãos no sistema convencional foi maior apenas no primeiro ano do ensaio, pois, nos anos seguintes, a produção foi significativamente superior no plantio direto.

De acordo com PHILLIPS & YOUNG (1973), a

necessidade de fertilizantes nitrogenados, no plantio direto, pode ser 20 a 30% superior àquela observada no plantio convencional. O mesmo constataram THOMAS et alii (1973), os quais sugeriram, através de seus estudos, que seriam necessárias maiores quantidades de nitrogênio para a cultura de milho implantada no sistema plantio direto. Entretanto, LAL (1974), afirmou que a necessidade de maior quantidade de nitrogênio ocorre durante a fase inicial de implantação do plantio direto.

O maior grau de umidade do solo, proporcionado pelo plantio direto, permite acentuado movimento descendente da água, aumentando a lixiviação de nitrogênio. Por outro lado, a não incorporação dos resíduos vegetais é também responsável por uma menor taxa de mineralização da matéria orgânica (McMAHON & THOMAS, 1976). Portanto, foi sugerida a necessidade de aumentar a quantidade de fertilizante nitrogenado para a obtenção de produções equivalentes àsquelas obtidas no plantio convencional (THOMAS et alii, 1973; PHILLIPS & YOUNG, 1973 e McMAHON & THOMAS, 1976).

Casamayor¹, citado por LAL (1979), apresenta diferente enfoque ao problema em questão, atribuindo a baixa eficiência na utilização dos fertilizantes nitrogenados no

---

1. CASAMAYOR, R. The effect on maize yields of different levels of fertilization, and of controlling weeds by mechanical cultivation or herbicides. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Havana, 2: 289-94, 1968.

sistema de plantio direto à maior competição exercida pelas plantas daninhas. De acordo com LAL (1979), a concentração de nitrogênio nas plantas da cultura desenvolvidas neste sistema, foi geralmente inferior àquela observada no plantio convencional. Para o autor, a menor concentração de nitrogênio pode ser atribuída ao efeito de diluição devido à maior altura e vigor das plantas constatados nesse sistema.

DORAN (1980), desenvolvendo trabalhos sobre microbiologia do solo, concluiu que as condições da camada superficial do solo, no sistema de plantio direto, contribuem mais para a imobilização e desnitrificação microbiológica do que as do plantio convencional.

Para TOUCHTON & HARGROVE (1982), a possibilidade de exigência de maior quantidade de nitrogênio no plantio direto, devido às perdas na forma de amônia, pode ser atribuída à aplicação em área total, a não incorporação do fertilizante e, finalmente, ao acúmulo do resíduo vegetal na superfície do solo. Contribuindo dessa maneira para o aumento da atividade microbiológica, estimulando, conseqüentemente, a atividade da urease. Os mesmos autores compararam a eficiência da solução de nitrato de amônio e uréia com nitrato de amônio e a uréia peletizada, aplicados na cultura de milho em plantio direto. Observaram que a produção de grãos relacionada às diferentes fontes nitrogenadas, apresentaram a seguinte ordem de eficiência: o nitrato de amônio e a solução de nitrato de amônio com uréia apresentaram comportamento

semelhante e ambos foram superiores a uréia peletizada; igual comportamento apresentou na concentração de nitrogênio foliar.

MENGEL et alii (1982) verificaram que a aplicação de fertilizantes nitrogenados em subsuperfície, na cultura de milho, no sistema de plantio direto e, em menor escala, no plantio convencional, resultaram em aumentos significativos na produção de grãos e do nível de nitrogênio foliar. Portanto, afirmaram que adaptações nos implementos para permitir aplicações em subsuperfície possibilitariam o uso mais eficiente destes fertilizantes, solucionando um dos graves problemas para a viabilização do sistema de plantio direto.

Conforme MUZILLI (1983) é visivelmente acentuada e comprovada pelas análises foliares, a deficiência de nitrogênio nas culturas de milho e trigo cultivadas no sistema plantio direto. Especificamente para a cultura de milho, após 2 anos em plantio direto, as plantas apresentaram colmos delgados, menor tamanho de espigas e redução na produção de grãos. Todavia, WILHELM (1987) afirma que as condições climáticas, como a precipitação pluvial e a temperatura, podem influenciar o crescimento e a produção de grãos muito mais que o sistema de produção adotado.

Segundo KIEHL (1989), a concentração de amônia, resultante da hidrólise enzimática da uréia aplicada na superfície do solo, ocorreu até 5 a 6cm de profundidade, quando foram utilizados 50 kg de nitrogênio por hectare, e 7

a 8cm para a dose de 100 kg de nitrogênio por hectare. De acordo com o mesmo autor, esta difusão descendente contribui para reduzir as perdas por volatilização. Entretanto, entre os fatores do solo que influenciam a difusão do gás amônia, tais como a textura e porosidade, tem grande importância o teor de Água. É evidente, portanto, que a eficiência desse fertilizante, ou das fontes que o contém, depende tanto das condições climáticas quanto do grau de umidade do solo.

BLEVINS et alii (1971) afirmaram que "o plantio direto tem sido estudado pela sua eficiência na conservação do solo, da água e pelo potencial de produção". É, portanto, nesta linha que a maioria dos trabalhos de pesquisa tem sido realizada, inclusive no Brasil. A literatura sobre o assunto tem se revelado farta quanto aos aspectos conservacionistas do sistema (LAL, 1975; LOMBARDI NETO et alii, 1980; SIDIRAS et alii, 1983; PHILLIPS & PHILLIPS, 1984), o que, por si só, mostra sua importância. Todavia, as informações inerentes ao comportamento da cultura, exceto as relacionadas ao potencial de produção, são escassas.

Por outro lado, LAL (1979) comenta que as pesquisas sobre fertilizantes, em diferentes tipos de preparo do solo foram conduzidas em regiões de clima temperado. Relata ainda, o autor, a existência de duas correntes de pensamento a respeito desse assunto. Uma delas postula que a eficiência dos fertilizantes é maior nos sistemas sem revolvimento do solo, como o plantio

direto, enquanto a outra apresenta argumentações contrárias.

Do exposto, parece evidente a necessidade de ampliar as pesquisas envolvendo diferentes tipos de preparo do solo e o aproveitamento do fertilizante nitrogenado pela cultura, objetivando a geração de subsídios em nossas condições, neste campo do conhecimento agronômico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado em solo Podzólico Vermelho-Escuro latossólico (PELa), localizado na Fazenda Areão, situada no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, em área pertencente à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

3.1. Adequação do solo da área experimental

Foram realizadas amostragens para análises química e física do solo, possibilitando assim o diagnóstico da situação e a orientação na escolha das práticas a serem implementadas. De acordo com os resultados das análises de solo, conforme tabelas 1 e 2, foi efetuada a correção da acidez e elevação dos níveis de cálcio, magnésio e principalmente fósforo. Para tanto, foram aplicados 1 t. de calcário dolomítico e 1 t. de termofosfato magnesiano, por hectare. No aspecto físico, a maior densidade aparente do solo limitava-se à camada de 30cm, tendo sido eliminada através da aração profunda (aproximadamente 30cm), para a incorporação dos corretivos.

A aplicação dos corretivos do solo foi

realizada no mês de janeiro de 1986; em seguida procedeu-se a semeadura de mucuna preta *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland) em linhas espaçadas de 0.50m.

No ano agrícola 1986/1987, quando da instalação do experimento, foi realizada outra amostragem para análise química do solo para avaliação das correções implementadas, cujo resultado é apresentado na Tabela 3.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental (1ª avaliação)*.

Prof. (cm)	P _{res.} (µg/cm ³)	M.O (%)	pH CaCl ₂	meq/100 cm ³						V%
				K	Ca	Mg	(H+Al)	S	T	
00-15	8.0	2.4	4.9	0.30	0.82	0.24	3.31	1.36	4.67	29.1
15-30	4.0	2.2	4.9	0.14	0.53	0.34	3.08	1.01	4.09	24.7
30-50	3.0	1.3	4.7	0.12	0.51	0.43	3.55	1.06	4.61	23.0

(*) Departamento de Química-setor Nutrição Mineral de Plantas, ESALQ/USP.

Tabela 2. Análise física do solo da área experimental. (*)

Prof. (cm)	% de partículas			Argila dispersa água (%)	Densidade aparente (g/cm³)
	areia	Silte	Argila		
00-10	39.1	23.8	37.0	20.1	1.47
10-20	35.5	23.2	41.3	21.8	1.43
20-30	31.2	22.0	46.8	29.1	1.33
30-40	23.4	17.2	59.4	37.4	1.22
40-50	-	-	-	-	1.22

(*) Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, ESALQ/USP.

Tabela 3. Análise química do solo da Área experimental (2ª avaliação)*

Prof. (cm)	P _{res.} (µg/cm³)	M.O (%)	pH	meq/100 cm³						V%
				CaCl ₂	K	Ca	Mg	(H+Al)	S	T
00-20	29.0	2.7	5.9	0.19	4.65	1.91	2.69	6.75	9.44	71.5
20-50	14.0	2.6	5.4	0.09	2.62	1.24	2.95	3.95	6.90	57.2

(*) Departamento de Química-Setor Nutrição Mineral de Plantas, ESALQ/USP.

3.2. Cultivar de milho

Foi utilizado o cultivar de milho híbrido duplo "C-525", que apresenta as seguintes características: ciclo médio de 130 dias, florescimento aos 65 dias, altura média de plantas 2.50m altura média de espigas 1.30m, conforme especificações da SEMENTES CARGILL S.A.

A escolha deste híbrido deveu-se à excelente qualidade de colmo e desenvolvimento radicular bem como a sua adaptação a espaçamentos de 0.90m entre linhas. Tais características tornaram-no indicado para colheita mecanizada e sistemas de produção de elevado rendimento.

3.3. Fontes de nitrogênio

Para a adubação nitrogenada de cobertura foram utilizadas duas fontes de fertilizantes. Como fonte de natureza sólida (FS) utilizou-se o sulfato de amônio com 20% de nitrogênio e 24% de enxofre, aplicando-se 350 kg por

hectare, correspondendo a 70 kg de nitrogênio. Como fonte de natureza fluida (FF) foi utilizado o fertilizante uran, com 32% de nitrogênio, aplicando-se a mesma quantidade do nutriente por hectare. O fertilizante uran apresenta em sua composição 14% de nitrogênio amídico, 9% de nitrogênio amoniacal e 9% de nitrogênio nítrico obtidos à partir da mistura e dissolução em água de uréia e nitrato de amônio. O sulfato de amônio apresenta todo o nitrogênio na forma amoniacal.

Esta operação foi realizada no dia 26 de fevereiro de 1987, 40 dias após a emergência das plântulas, tendo sido realizada na superfície do solo ao lado das linhas das plantas, sem incorporação.

3.4. Implantação do experimento

De acordo com os objetivos básicos do experimento, a cultura de milho foi instalada sob dois tipos de preparo do solo:

1) Preparo convencional (Figura 1), designado por plantio convencional (PC), onde o preparo do solo para a semeadura foi realizado com uma aração à 30cm de profundidade e duas gradeações,

2) Preparo mínimo (Figura 1), designado por plantio direto (PD), caracterizado pelo mínimo revolvimento do solo, efetuado pela própria semeadora. O preparo do solo

neste sistema, visando a semeadura, iniciou-se com o controle das plantas daninhas através do uso de herbicidas dessecantes, conforme o indicado na Tabela 4.

Figura 1. Parcela preparada para a semeadura de milho. À esquerda para o plantio direto e à direita para o plantio convencional.

Tabela 4. Controle das plantas daninhas das parcelas da área experimental.

Herbicida (produto comercial)	Dose do P.C (l/ha)	Gramas do i.a/ha	Finalidade	época
DMA 806 BR (2,4D)	1.5	1.005	dessecação da cultura de outono-inverno	7/11/1986
Roundup(Glifosate) + DMA 806 BR (2,4D)	6.0+1.0	2.880+670	eliminação das plantas daninhas	31/12/1986

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, utilizando 4(quatro) repetições, conforme esquema apresentado na Figura 2:

Figura 2. Esquema da constituição dos blocos e da subdivisão das parcelas.

Na constituição dos blocos, tanto a localização dos tipos de preparo do solo quanto a divisão para a natureza da fonte do fertilizante nitrogenado, para a

adubação de cobertura, foram definidas mediante sorteio.

Os tratamentos estudados foram eleitos através da combinação entre os dois tipos de preparo do solo (plantio convencional e plantio direto) e as duas fontes de fertilizante nitrogenado (fonte de natureza sólida e fonte de natureza fluida), quais sejam:

(1) Plantio Convencional (PC) e fonte do fertilizante nitrogenado de natureza sólida (FS): (PC e FS);

(2) Plantio Convencional (PC) e fonte de fertilizante nitrogenado de natureza fluida (FF): (PC e FF);

(3) Plantio Direto (PD) e fonte do fertilizante nitrogenado de natureza sólida (FS): (PD e FS);

(4) Plantio Direto (PD) e fonte do fertilizante nitrogenado de natureza fluida (FF): (PD e FF).

As parcelas empregadas apresentaram as seguintes dimensões: 10m de comprimento por 16.2m de largura, totalizando 18 linhas espaçadas de 0.90m entre si, perfazendo uma área total de $162m^2$ por parcela. Posteriormente, quando da realização da adubação nitrogenada em cobertura, as parcelas foram subdivididas, de maneira que cada tipo de preparo do solo tivesse recebido as duas fontes de fertilizantes. As subparcelas apresentaram 10m de comprimento por 8.1m de largura, totalizando 9 linhas espaçadas de 0.90m entre si perfazendo uma área de $81m^2$.

A operação referente a semeadura do milho foi realizada no dia 10 de janeiro de 1987. Esta operação,

independente do tipo de preparo do solo, foi realizada em sulcos de 15cm de profundidade, abertos pela semeadora, para a colocação do adubo de plantio em profundidade. Para tanto foi utilizado o conjunto trator MF85X acoplado à semeadora de precisão TURBO MAX, modelo 85, de arrasto, com sistema de distribuição de sementes tipo pneumático.

A regulagem do conjunto foi fundamentada na recomendação básica para semeadura de milho, correspondente a distribuição de 7 a 8 sementes por metro, com base no valor cultural das sementes, de modo a garantir um estande de 5 plantas por metro, quando da colheita. A quantidade de fertilizante aplicada na semeadura foi de 400 kg/ha da fórmula 4:14:8, equivalente a 16 kg N, 56 kg P_2O_5 , 32 kg de K_2O e 32 kg de S por hectare.

Os tratos culturais realizados durante a condução do experimento foram relacionados ao controle de plantas daninhas e de lagartas, os quais são detalhados na Tabela 5.

Tabela 5. Tratos culturais realizados durante a condução do ensaio.

Finalidade	Produto Comercial	Dose do p.c/ha	Gramas i.a/ha
Controle de plantas daninhas	PRIMEXTRA (Metolachlor + atrazina)	8 l	2400+1600
Controle de lagartas	NUVACRON (Monocrotofos)	0,2% 200ml/100l de água	50

O controle químico das plantas daninhas foi realizado preventivamente no dia 14 de janeiro de 1987, 4 dias após a semeadura.

Devido a intensidade do ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH) fez-se necessário a aplicação de inseticida no dia 13 de fevereiro de 1987, 27 dias após a emergência das plântulas.

As condições climáticas em relação a precipitação pluvial, temperatura média e horas de insolação, reinantes a partir do mês que foi realizada a adubação nitrogenada de cobertura até a granação das espigas podem ser vistas na Tabela 6.

3.5. Colheita e processamento

A colheita foi realizada, manualmente, no dia 04 de junho de 1987, 138 dias após a emergência das plântulas. Para tanto foram utilizadas 3 linhas centrais com 4m de comprimento por subparcela perfazendo uma área útil de $10.8m^2$, conforme apresentado na Figura 3.

Após a operação de colheita, todas as espigas coletadas na área útil da parcela, após o despalhamento manual, foram submetidas à pesagem, bem como à determinação de seus comprimentos e diâmetros médios, avaliados com precisão de centímetro e de milímetro respectivamente.

Tabela 6. Temperatura média, precipitação pluvial e horas de insolação de fevereiro a abril de 1987. Piracicaba, Estado de São Paulo. (*)

Dias	Prec. pluvial (mm)			Temperatura (°C)			Horas insolação (h/d)		
	Fev.	Mar.	Abr.	Fev.	Mar.	Abr.	Fev.	Mar.	Abr.
1	13.7	-	-	25.2	26.2	25.5	5.8	8.8	9.7
2	23.0	-	-	25.0	25.8	25.8	2.7	10.4	10.2
3	16.6	-	9.2	24.6	24.6	22.3	1.5	10.1	1.6
4	5.4	-	17.7	24.8	24.8	18.3	2.6	9.9	0.0
5	-	-	0.6	25.3	24.7	18.8	8.1	10.3	0.8
6	-	-	-	24.4	25.6	22.4	3.0	9.8	6.6
7	-	0.3	0.6	25.7	23.3	22.5	5.5	0.8	8.3
8	0.4	71.1	0.6	26.7	22.9	22.2	7.1	0.4	6.2
9	4.7	14.2	-	25.1	23.5	25.0	3.4	0.7	9.2
10	-	9.8	6.6	20.9	23.4	25.4	6.0	3.8	7.4
11	-	-(3*)	-	22.6	17.8(3*)	24.8	10.9	10.2(3*)	7.9
12	1.8	-	6.4	21.6	19.1	24.9	6.0	10.1	7.0
13	6.1	-	-	22.9	20.4	26.3	3.9	10.0	10.3
14	22.3	-	5.9	23.7	23.4	25.7	3.4	9.9	6.0
15	6.3	1.2	-	23.7	24.1	26.2	5.3	9.7	9.4
16	-	0.5	-	23.2	24.4	26.2	2.4	8.4	9.6
17	38.2	1.0	-	23.7	24.5	25.8	4.2	9.2	9.8
18	-	6.6	-	22.3	24.2	25.1	3.1	8.2	9.3
19	6.8	-	-	23.6	23.4	24.4	2.6	4.5	9.9
20	-	-	17.2	22.8	23.9	22.7	0.1	9.1	1.0
21	-	-	5.8	25.3	24.2	21.2	8.2	10.0	1.2
22	-	-	0.6	25.7	24.7	23.7	5.5	9.7	3.0
23	-	-	-	27.0	25.0	24.4	11.0	10.0	6.9
24	18.1	-	-	26.8	24.9	22.9	10.4	10.2	9.5
25	37.7	-(4*)	-	26.2	25.5(4*)	22.6	9.0	9.2(4*)	9.6
26	-(2*)	0.4	-	25.3(2*)	26.0	19.8	8.3(2*)	6.5	9.1
27	-	0.5	-	25.8	26.9	20.5	9.6	5.8	7.7
28	2.0	-	-	27.5	24.1	22.9	10.2	0.9	5.9
29	-	-	-	-	24.6	21.5	-	10.4	1.6
30	-	-	-	-	24.7	22.4	-	10.0	3.4
31	-	-	-	-	25.3	-	-	9.9	-

(*) Fonte: Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ/USP.

(2*) Adubação nitrogenada de cobertura - 26/02/1987.

(3*) 1ª amostragem de plantas (53 dias após a emergência das plântulas e 13 dias após a adubação nitrogenada de cobertura) - 11/03/1987.

(4*) 2ª amostragem de plantas (67 dias após a emergência das plântulas e 27 dias após a adubação nitrogenada de cobertura) - 25/03/1987.

Em seguida, procedeu-se à debulha manual de todas as espigas e à obtenção do peso de grãos. O rendimento de grãos foi obtido pelo cálculo da relação entre o peso de grãos e o peso da espiga. Finalmente, uma amostra dos grãos debulhados foi separada para a determinação do grau de umidade no aparelho de marca STEINLITE, possibilitando a correção do peso de grãos para 13% de água, segundo metodologia descrita em TAVARES (1972). Após a correção do peso de grãos para 13% de água estimou-se a produção em quilograma por hectare.

Figura 3. Dimensão das subparcelas e da área útil utilizada para amostragem e determinação da produção e alguns de seus componentes.

3.6. Peso da matéria seca e nitrogênio acumulado na planta

Após a adubação de cobertura, realizada 40 dias após a emergência das plântulas, foram iniciadas as amostragens de plantas para a determinação de nitrogênio em suas partes. A primeira amostragem foi realizada no dia 11 de março de 1987, aos 53 dias após a emergência das plântulas. A segunda amostragem foi efetuada no dia 25 de março de 1987, aos 67 dias após a emergência das plântulas. Finalmente, a última amostragem ocorreu no dia 4 de junho de 1987, aos 138 dias após a emergência das plântulas, na ocasião da colheita.

Para cada amostragem coletaram-se 12 plantas por tratamento, as quais foram individualizadas em suas partes e encaminhadas ao laboratório. Finalmente, o material recebeu o tratamento requerido para análises dessa natureza, sendo colocado para secar em estufa a 75°C até a obtenção de peso constante. Após o resfriamento do material procedeu-se à pesagem da matéria seca e à determinação do nitrogênio.

As análises químicas relativas a determinação de nitrogênio nas diferentes partes da planta (folha, colmo, panícula e espiga) foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Departamento de Química, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, segundo metodologia descrita

por SARRUGE & HAAG (1974).

3.7. Nitrogênio acumulado e exportado na colheita

Este parâmetro foi obtido na última amostragem, no ponto de colheita aos 138 dias após a emergência das plântulas, utilizando para sua avaliação outras determinações como a quantidade de nitrogênio e a quantidade de matéria seca (ms) acumulada, pelas diversas partes da planta, individualmente, conforme a expressão:

$$N = \frac{\% N \times ms}{100}$$

onde: N = nitrogênio extraído (gramas)

% N = porcentagem de nitrogênio na matéria seca

ms = matéria seca (gramas)

Cumprе ressaltar que a quantidade de nitrogênio contida na espiga (grãos + palha + sabugo) foi considerada, neste trabalho, exportada do campo pela colheita.

3.8. Procedimento estatístico

As análises estatísticas dos resultados relativos à produção de grãos e seus componentes, como o

diâmetro da espiga, comprimento da espiga e rendimento de grãos, foram efetuadas de acordo com o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições, segundo o esquema de análise da variância apresentado na Tabela 7.

Os parâmetros relativos ao nitrogênio acumulado e nitrogênio exportado na colheita foram analisados individualmente, para cada parte da planta. Com relação ao parâmetro nitrogênio acumulado foi realizada, também, uma análise individual para época de amostragem. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições, conforme o mesmo esquema de análise da variância apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Análise da variância dos dados de produção de grãos e seus componentes, nitrogênio acumulado e nitrogênio exportado na colheita.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3	V ₁	-
Tipo de preparo do solo (TP)	1	V ₂	V ₂ /V ₅
Natureza do fertilizante (NF)	1	V ₃	V ₃ /V ₅
TP x NF	1	V ₄	V ₄ /V ₅
Resíduo	9	V ₅	-
TOTAL	15		

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de grãos e seus componentes

Os resultados da produção de grãos e de alguns de seus componentes, tais como o comprimento e o diâmetro de espiga, peso de espiga e rendimento de grãos estão apresentados nas Tabelas 8, 9 e 10, respectivamente.

De acordo com a análise da variância dos dados apresentado nas mesmas tabelas, não foram constatadas diferenças significativas, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para os parâmetros em estudo.

De acordo com os resultados obtidos, embora não sejam estatisticamente diferentes, há tendência de superioridade, de forma geral, do plantio convencional sobre o plantio direto e do fertilizante de natureza sólida sobre o fertilizante de natureza fluida em todos os parâmetros avaliados. Para o parâmetro produção de grãos, Tabela 8, esta superioridade chegou ao redor de 9% quando comparado o tratamento (PC e FS) com o tratamento (PD e FF), sendo este tratamento inferior aos demais, inclusive para os parâmetros comprimento e diâmetro de espiga, peso de espiga e peso de

grãos. Quantitativamente, esta superioridade significa aproximadamente 676 kg de milho por hectare.

Tabela 8. Dados médios da produção de grãos por parcela (kg) e o equivalente em hectare (kg/ha).

Tipo de preparo do solo (TP)	Natureza do Fertilizante (NF)			
	Sólido (FS)		Fluido (FF)	
	kg/parcela	kg/ha	kg/parcela	kg/ha
convencional (PC)	9.01	8.343	8.86	8.204
direto (PD)	8.90	8.241	8.28	7.667

F - Tipo de preparo do solo (TP)			0.57 ns	
F - Natureza do fertilizante (NF)			0.71 ns	
F - TP x NF			0.26 ns	

ns = não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Dados médios de comprimento e diâmetro de espigas (cm).

Tipo de preparo do solo (TP)	Natureza do Fertilizante (NF)			
	Sólido (FS)		Fluido (FF)	
	comprimento	diâmetro	comprimento	diâmetro
convencional (PC)	17.38	4.42	17.08	4.44
direto (PD)	16.72	4.41	16.63	4.32
	<u>comprimento</u>		<u>diâmetro</u>	
F - Tipo de preparo do solo (TP)	3.60 ns		1.33 ns	
F - Natureza do fertilizante (NF)	0.43 ns		0.40 ns	
F - TP x NF	0.13 ns		0.72 ns	

ns = não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10. Dados médios (kg/parcela) dos pesos de espiga (grãos + sabugo), de grãos e de rendimento de grãos (peso de grãos/ peso de espiga).

Tipo de preparo do solo (TP)	Natureza do Fertilizante (NF)					
	Sólido (FS)			Fluido (FF)		
	peso espiga	peso grãos	rendimento de grãos	peso espiga	peso grãos	rendimento de grãos
convencional (PC)	10.55	9.01	0.85	10.34	8.86	0.86
Direto (PD)	10.39	8.90	0.86	9.69	8.28	0.85
			<u>peso de espiga</u>	<u>peso de grãos</u>	<u>rendimento de grãos</u>	
F - Tipo de preparo do solo (TP)			0.66 ns	0.57 ns	0.04 ns	
F - Natureza do fertilizante (NF)			0.83 ns	0.71 ns	0.004 ns	
F - TP x NF			0.25 ns	0.26 ns	0.40 ns	

ns = não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Esta diferença na produção de grãos pode ser atribuída, tanto à redução no comprimento das espigas (4,5%) quanto ao menor diâmetro das mesmas (2,3%) quando comparados os mesmos tratamentos (PC e FS) e (PD e FF). Para os demais tratamentos (PC e FF) e (PD e FS) as diferenças em relação ao tratamento (PC e FS) são menores. O tamanho e o diâmetro da espiga influenciam, diretamente, o número de grãos das mesmas. Assim, possivelmente, reduções nestes parâmetros significam em, última análise, redução na produção de grãos, como foi observado no presente trabalho e também por FANCELLI (1988).

A tendência de superioridade do plantio convencional sobre o plantio direto, nestas condições, parece mais relacionada à natureza do fertilizante utilizado em cobertura do que devido ao tipo de preparo do solo. Enquanto o tratamento (PC e FS) produziu 9.01 kg/parcela, o tratamento (PD e FS) produziu 8.90 kg/parcela; entretanto no tratamento (PC e FF) a produção decresceu para 8.86 kg/parcela, acentuando ainda mais esta tendência no tratamento (PD e FF) quando a produção foi reduzida para 8.28 kg/parcela.

A tendência de superioridade do plantio convencional na produção de grãos de milho, observada neste trabalho, ratifica os resultados obtidos por MOODY et alii (1961), e JONES JUNIOR et alii (1969). Também, para JONES JUNIOR et alii (1969), a maior produção de grãos no plantio convencional ocorre apenas no primeiro ano de adoção deste

sistema de produção.

As condições climáticas, em relação à precipitação pluvial, insolação e balanço hídrico, constatadas na Tabela 6 e Figuras 4 e 5, respectivamente, não prejudicaram o florescimento, a polinização e posteriormente a granação (FANCELLI, 1990). De acordo com o balanço hídrico (Figuras 4 e 6), não houve limitação de água disponível no solo, garantindo-se os processos fisiológicos ligados diretamente à produção. Não foram verificadas, também, chuvas excessivas (Figura 5) durante o pendoamento e polinização, fato que poderia prejudicar o processo produtivo devido à lavagem dos grãos de pólen, proporcionando falhas na granação das espigas. Além disso, nos dias que sucederam o pendoamento e a polinização, predominaram dias ensolarados, com mais de 8 horas diárias de insolação, de maneira que a taxa fotossintética deve ter permanecido elevada, possibilitando condição favorável para a granação e enchimento das espigas, conforme o observado na Figura 5.

Devido à excelente condição climática que prevaleceu durante a condução do experimento, era esperado desempenho semelhante da cultura de milho nos dois tipos de preparo do solo, fato também observado por WILHELM (1987).

Figura 4. Balanço hídrico durante o período experimental. Modificado de THORNTHWAITE & MATHER (1955). Capacidade de água disponível de 60mm.

Figura 5. Distribuição da precipitação pluvial durante o ensaio e a insolação diária durante o florescimento e a granação do milho.

Figura 6. Capacidade e armazenamento de água do solo durante a condução do ensaio. Modificado de THORNTWHAITE & MATHER (1955).

4.2. Nitrogênio acumulado na planta

4.2.1. 1ª avaliação (53 dias após a emergência das plântulas)

Os dados analíticos do teor porcentual e a quantidade de nitrogênio acumulado (mg/planta), nas diferentes partes da planta, aos 53 dias após a emergência das plântulas (13 dias após a adubação nitrogenada de cobertura) encontram-se na Tabela 11.

A análise da variância revelou que não houve diferenças significativas pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para o tipo de preparo do solo, natureza do fertilizante nitrogenado e interação dos mesmos, em relação às partes da planta (Tabela 11).

O intervalo de 13 dias após a adubação nitrogenada de cobertura, foi suficiente para garantir que parte do nitrogênio absorvido pelas plantas, fosse proveniente do fertilizante, como constatarem ULLOA et alii (1982). Portanto, o comportamento semelhante entre os tratamentos revela que tanto o tipo de preparo do solo, quanto a natureza do fertilizante, não influenciaram no seu aproveitamento, contrariando as observações de VOLK (1959), KRESGE & SATCHELL (1960), MEYER et alii (1961) e BANDEL et alii (1980).

Tabela 11. Porcentagem média de nitrogênio e quantidade de nitrogênio (mg/planta) contido nas diferentes partes da planta, 53 dias após a emergência das plântulas (13 dias após adubação nitrogenada de cobertura).

Tipo de preparo do solo (TP)	Natureza do Fertilizante (NF)											
	Sólido (FS)						Fluido (FF)					
	Folha		Colmo		Panícula		Folha		Colmo		Panícula	
	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
convencional (PC)	2.64	1037	1.34	1211	2.63	115	2.48	1103	1.19	1004	2.41	117
direto (PD)	2.77	1083	1.28	1078	2.51	102	2.47	1068	1.15	940	2.71	133
						Folha	Colmo		Panícula			
F - Tipo de preparo do solo (TP)						0.01 ns	1.56 ns		0.01 ns			
F - Natureza do fertilizante (NF)						0.24 ns	4.81 ns		0.44 ns			
F - TP x NF						0.60 ns	0.19 ns		0.34 ns			

ns = não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

O balanço hídrico do ano agrícola 1986/1987, (Figura 4) revela que o solo apresentava excedente de água quando foi realizada a adubação de cobertura. Anteriormente à adubação ocorreu, ainda, a precipitação pluvial de 55,8mm acumulada em dois dias de acordo com a Tabela 6 e Figura 5. Tais condições devem ter contribuído para a rápida incorporação do nitrogênio ao solo, através da infiltração do fertilizante, devido à solubilidade do mesmo, conforme observaram FENN & MIYAMOTO (1981) e BOUWKEESTER et alii (1985), reduzindo as perdas pela volatilização, ainda que tenham sido aplicados superficialmente, não concordando com

as observações de MEYER et alii (1961).

Nas condições do experimento o plantio direto apresentava pouca cobertura vegetal na superfície do solo, representada apenas pelos restos das plantas daninhas dessecadas pelos herbicidas. A cultura precedente à instalação do trabalho, a mucuna preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland) é uma leguminosa de rápida decomposição, considerando a relação C/N de 22/1, (KIEHL, 1980). Nestas condições pode-se afirmar que a quantidade de resíduos na superfície do solo não representaram maiores dificuldades para a colocação do fertilizante diretamente sobre o mesmo. Assim, perdas no aproveitamento do fertilizante, no sistema de plantio direto, pelo contato dos mesmos, com os resíduos não ocorreu como mencionados por VOLK (1959), MEYER et alii (1961), TOUCHTON & HARGROVE (1982) e ECKERT et alii (1966).

Finalmente, embora não tenha sido avaliada a atividade de microrganismos, é perfeitamente admissível afirmar que as situações, em ambos os tipos de preparo do solo, a rigor, se equivaleram, nas condições desse experimento. Portanto, o sistema de plantio direto não deve ser responsável pela perda de parte do fertilizante devido à maior atividade de microrganismos, como observaram DORAN (1980) e TOUCHTON & HARGROVE (1982). Estas condições também contribuíram para o comportamento semelhante entre os tratamentos, mesmo para a situação de preparo do solo tão diferente como ocorre entre o plantio direto e convencional.

Ressalte-se, ainda, que foi o primeiro ano da implantação do sistema de plantio direto, e que ambos os tipos de preparo do solo foram devidamente adequados física e quimicamente.

4.2.2. 2ª avaliação (67 dias após a emergência das plântulas)

Os dados analíticos de porcentagem e quantidade de nitrogênio acumulado (mg/planta) obtidos nesta época, encontram-se na Tabela 12.

A análise da variância (Tabela 12) revela que houve efeito significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade para tipo de preparo do solo apenas para a determinação no colmo. Entretanto, para a interação dupla entre o tipo de preparo do solo e a natureza do fertilizante, houve efeito significativo, pelo mesmo teste e nível de significância, nas determinações para colmo e espiga.

O período correspondente a esta avaliação, entre 53 e 67 dias após a emergência das plântulas, é caracterizado, conforme HANWAY (1962), por elevada taxa de produção de matéria seca, bem como pela grande absorção de nitrogênio do solo (HANWAY, 1962; ALDRICH & LENG, 1972 e ANDRADE, 1975).

A elevada taxa de crescimento da planta, neste período, é devida basicamente ao desenvolvimento do

Tabela 13. Peso da matéria seca acumulada pelas diferentes partes da planta até 53 e 67 dias após a emergência das plântulas.

dias após emer- gência	Trata- mentos	Folha		Colmo		Panícula		Espiga		Total grama
		grama	%	grama	%	grama	%	grama	%	
até 53 dias	PC e FS	117.7	29.2	272.0	67.5	13.2	3.3	-	-	402.9
	PC e FF	133.2	33.5	252.5	63.1	14.2	3.6	-	-	399.9
	PD e FS	117.9	30.9	251.7	65.9	12.2	3.2	-	-	381.8
	PD e FF	129.8	33.8	242.4	63.1	11.7	3.1	-	-	383.9
até 67 dias	PC e FS	120.1	21.1	293.7	51.5	14.8	2.6	141.2	24.8	569.8
	PC e FF	129.0	21.5	301.6	50.2	15.5	2.6	154.2	25.1	600.3
	PD e FS	126.7	21.8	287.1	49.4	16.6	2.9	150.5	25.9	580.9
	PD e FF	122.6	19.0	326.3	50.4	15.2	2.3	183.0	28.3	647.1

PC - plantio convencional

PD - plantio direto

FS - adubo de cobertura de natureza sólida

FF - adubo de cobertura de natureza fluida

A absorção do nitrogênio, proveniente do fertilizante, é acelerada no período correspondente (ULLOA et alii, 1982) tanto para folha, como para o colmo. Ressalte-se, entretanto, que a partir do florescimento, grande parte do nitrogênio é redistribuído para a formação e granação da espiga. ULLOA et alii (1982) encontraram que 45% do nitrogênio absorvido, proveniente do fertilizante, foram carregados para as espigas, especificamente nos grãos, até a maturidade.

Para esta época o plantio direto superou o plantio convencional para todas as partes da planta, embora significativamente tenha ocorrido apenas para o colmo. Em relação à natureza do fertilizante utilizado em cobertura, a fonte fluida superou a fonte sólida, exceto para a panícula, conforme mostra a Tabela 12.

A superioridade do plantio direto é comumente observada quanto ocorrem condições climáticas desfavoráveis, em relação à precipitação pluvial. A ausência do revolvimento do solo, condiciona a presença de maior microporosidade na sua camada superficial, (Figura 7), que protegida pela presença de resíduos na superfície, contribui para a conservação de maior teor de água disponível (BLEVINS et alii, 1971; LAL, 1975; LOMBARDI NETO et alii, 1980; SIDIRAS et alii, 1983 e PHILLIPS & PHILLIPS, 1984). Tal fato deve ocorrer ainda que exista pequena quantidade de resíduo na superfície do solo, como se verificou nas condições do experimento.

O balanço hídrico (Figuras 4 e 6) revela que a quantidade de água disponível, no período entre as duas avaliações, (53 e 67 dias após a emergência das plântulas) era baixa, tendo ainda ocorrido apenas 9,3mm de precipitação pluvial (Tabela 6 e Figura 5). Era previsível, portanto, que nestas condições, a demanda e, conseqüentemente, a absorção de nitrogênio sob o plantio direto superasse o plantio convencional.

Foram evidenciadas , ainda, diferenças

Figura 7. Resistência à penetração (impactos/dm) em função da profundidade do solo sob preparo convencional e plantio direto.

significativas, ao nível de 5% de probabilidade para a interação dupla entre tipo de preparo do solo e a natureza da fonte do fertilizante nitrogenado, para as determinações no colmo e espiga, cujo teste de Tukey apresentou o resultado constante na Tabela 14. De acordo com os resultados, tal interação deveu-se aos tipos de preparo do solo com o fertilizante de natureza fluida tanto para a determinação no colmo como para a determinação na espiga, 67 dias após a emergência das plântulas. A melhor combinação para ambas as variáveis foi correspondente ao plantio direto com o fertilizante fluido uran.

Tabela 14. Médias de nitrogênio acumulado (mg/planta) para a interação dupla, em relação as determinações no colmo e espiga, 67 dias após a emergência das plântulas (27 dias após a adubação nitrogenada de cobertura).

Tipo de preparo do solo (TP)	Natureza do fertilizante (NF)			
	Sólido (FS)		Fluido (FF)	
	Colmo	Espiga	Colmo	Espiga
convencional (PC)	897 aA	882 aA	866 bA	873 bA
direto (PD)	920 aB	818 aB	1148 aA	1059 aA

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quando da realização da adubação nitrogenada de cobertura, as condições foram favoráveis à sua solubilização e infiltração no solo, devido a umidade do mesmo (Figuras 4 e 6). Portanto, a volatilização do fertilizante fluido (14% de N-amídico, 9% N-amoniaco e 9% de N-nítrico) foi atenuada (FENN, 1981 e BOWMEESTER et alii 1985).

Nestas condições é possível que parte da amônia concentrada na camada superficial do solo conforme constatação de KIEHL (1989), tenha propiciado o melhor aproveitamento do fertilizante fluido para esta época, 67 dias após a emergência das plântulas (27 dias após a adubação nitrogenada de cobertura).

Embora o período referente a esta avaliação, compreendido entre os dias 53 e 67 após a emergência das plântulas, represente elevada taxa de produção de matéria seca (Tabela 13) é difícil, nesta época, avaliar a participação da fonte do fertilizante no fornecimento do nitrogênio, nas condições do experimento. Isto porque, após o florescimento das plantas, ocorrido 60 dias após a emergência, há redistribuição interna de nitrogênio dos órgãos vegetativos como folhas e colmo para a formação e granação das espigas, não significando, portanto, nitrogênio absorvido diretamente do solo e oriundo, necessariamente, do fertilizante aplicado.

4.3. Nitrogênio total acumulado e exportado na colheita

As quantidades de nitrogênio acumuladas (mg/planta) nas diferentes partes da planta de milho, na maturidade fisiológica, ocorrida 138 dias após a emergência das plântulas, encontram-se na Tabela 15.

No presente trabalho, tanto o nitrogênio contido nos grãos, quanto aquele encontrado na palha da espiga e no sabugo, foram considerados como exportados pela colheita.

A análise da variância revelou que não houve diferenças estatisticamente significativas para qualquer uma das variáveis, em função dos tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, conforme constatado na mesma Tabela.

Para esta época, a quantidade de nitrogênio acumulado nas espigas apresentou, em valores absolutos, a seguinte ordem decrescente: (PC e FS), (PD e FS), (PD e FF) e (PC e FF); conseqüentemente, a quantidade de nitrogênio exportado apresentou igual comportamento.

A quantidade de nitrogênio acumulado na planta foi superior àquela obtida por ANDRADE (1975) e semelhante à encontrada por ULLOA et alii (1982). Aproximadamente 80% do nitrogênio extraído, nesta época, foi exportado pelas espigas, superando os valores encontrados pelos mesmos autores.

Tabela 15. Dados médios da quantidade de nitrogênio acumulado (mg/planta) e o equivalente em hectare, (kg/ha) nas diferentes partes da planta, na colheita.

Trata- mentos	Folha		Colmo		Panícula		Espiga		Nitrogênio			
	mg	kg/ha	mg	kg/ha	mg	kg/ha	mg	kg/ha	extraído		exportado	
									mg	kg/ha	mg	%
(PC-FS)	380	16.87	400	17.76	60	2.66	3830	170.05	4670	207.34	3830	82
(PC-FF)	390	17.32	500	22.20	50	2.22	3000	133.20	3940	174.94	3000	76
(PD-FS)	380	16.87	410	18.20	50	2.22	3500	155.40	4340	192.69	3500	81
(PD-FF)	300	13.32	340	15.10	50	2.22	3030	134.53	3720	165.17	3030	81
					Folha		Colmo		Panícula		Espiga	
F - Tipo de preparo do solo (TP)					0.58 ns		0.54 ns		0.65 ns		0.15 ns	
F - Natureza do fertilizante (NF)					0.95 ns		0.03 ns		0.49 ns		3.13 ns	
F - TP x NF					0.69 ns		0.68 ns		0.31 ns		0.24 ns	

ns = não significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

A produção de grãos obtida para os diferentes tratamentos (Tabela 8) e a quantidade de nitrogênio acumulado na planta e exportado (Tabela 15), revelaram que o nitrogênio fornecido pela adubação de cobertura foi suficiente, não tendo limitado o rendimento da cultura. Portanto, nem o tipo de preparo de solo e, tampouco, a fonte do fertilizante nitrogenado comprometeram o aproveitamento do nutriente, sugerindo que, para as condições do experimento, não seria necessário aumentar o fornecimento do nutriente. Esta observação não atende às constatações de PHILLIPS & YOUNG (1973), THOMAS et alii (1973) e McMAHON & THOMAS (1976), segundo as quais, no

sistema de plantio direto, a demanda em nitrogênio, pelas plantas, é aproximadamente 20 a 30% superior do que aquela exigida no plantio convencional. Esta observação é reforçada pela análise da Tabela 13, a qual revela que a produção de matéria seca total aos 67 dias após a emergência das plântulas mostrou-se superior no plantio direto.

Era previsível a não existência de diferenças entre o plantio direto e convencional, principalmente porque por ocasião da instalação do experimento foi realizada a efetiva uniformização da área experimental, eliminando-se assim, possíveis entraves de natureza física, mediante a realização da aração profunda (30cm), e química, com a calagem e fosfatagem corretiva.

As plantas daninhas poderiam também alterar o comportamento da cultura, afetando tanto a produção de grãos quanto os componentes, pela acentuada pressão competitiva que exerceriam notadamente no plantio direto pois, o controle das mesmas, é baseado no uso de herbicidas, o que nem sempre é eficiente. Entretanto, isto não aconteceu, pois as plantas daninhas foram eficientemente controladas nos dois sistemas de produção.

5. CONCLUSÕES

A análise e a interpretação dos resultados do presente trabalho, permitiram concluir que o tipo de preparo do solo não apresentou influência na produção da cultura do milho, no primeiro ano de sua implantação. Em condições climáticas adversas, responsáveis pela redução da água armazenada no solo, o sistema de plantio direto favoreceu o aproveitamento do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura. Nestas condições foi constatada a interdependência dos efeitos entre o mencionado sistema de preparo do solo e a fonte fluida do fertilizante nitrogenado nas determinações para colmo e espiga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, S.R. & LENG, E.R. Modern crop - production.

Cincinnati, F&W Publishing, 1972. 308p.

ANDRADE, A.G. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1975. 91p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

BANDELL, V.A.; DZIENIA S.; STANFORD, G. Comparison of N fertilizers for no-til corn. Agronomy Journal, Madison, 72(2): 337-41, 1980.

BLEVINS, R.L.; COOK, D.; PHILLIPS, S.H.; PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage on soil moisture. Agronomy Journal, Madison, 63(4): 593-6, 1971.

BOUWMEESTER, R.J.B.; VLEK, P.L.G.; STUMPE, J.M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from a Uréa-fertilized soil. Soil Science Society of American Journal, Madison, 49: 376-81, 1985.

DORAN, J.W. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Science Society of American Journal, Madison, 44: 765-71, 1980.

ECKERT, D.J.; DICK, W.A.; JOHNSON, J.W. Response of no-tillage corn grown in corn and soybean residues to

several nitrogen fertilizer sources. Agronomy Journal, Madison, 28(2): 231-5, 1986.

FANCELLI, A.L. Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1988. 172p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

FANCELLI, A.L. Exigências climáticas e fenologia do milho. In: Milho. Piracicaba, FEALQ, 1990. p.1-16.

FENN, L.B. & MIYAMOTO, S. Ammonia loss and associated reactions of Urea in calcareous soil. Proceedings of Soil Science Society of American, Madison, 45: 537-40, 1981.

FOX, R.H.; KERN, J.M; PIEKIELEK, W.P. Nitrogen fertilizer source, and method and time of application effects on no-till corn yields and nitrogen uptakes. Agronomy Journal, Madison, 28(4): 741-6, 1986.

HANWAY, J.J. Plant analysis, guide for corn weeds. Better Crops, Atlanta, 46: 50-5, 1962.

JONES JUNIOR, J.N.; MOODY, J.E.; LILLARD, J.H. Effects of tillage, no tillage, and mulch on soil water and plant growth. Agronomy Journal, Madison, 61(5): 719-21, 1969.

KIEHL, J.C. Matéria orgânica e nitrogênio do solo. In: MARCONI, A. Curso de atualização em fertilidade do solo. Piracicaba, ESALQ/DEPARTAMENTO DE SOLOS GEOLOGIA E

FERTILIZANTES, 1980. p. irreg.

KIEHL, J.C. Distribuição e retenção da amônia no solo após aplicação de Uréia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 13: 75-80, 1989.

KRESGE, C.B. & SATCHELL, D.P. Gaseous loss of ammonia from nitrogen fertilizers applied to soils. Agronomy Journal, Madison, 52(2): 104-7, 1960.

LAL, R. No tillage effects on soil properties and mayze (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. Plant and Soil, The Hague, 40: 321-31, 1974.

LAL, R. Rate of mulching techniques in tropical soil and Water management. Ibadan, IITA, 1975. 38p. (Bulletin, 1)

LAL, R. Influence of six years of no tillage and conventional plowing on fertilizer response of mayze (*Zea mays* l.) on an Alfisol in the tropics. Soil Science Society of American Journal, Madison, 43: 399-403, 1979.

LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O.M.; DECHEN, S.C.F.; SILVA, I.R.; BENATTI JUNIOR, R. Sistemas de preparo do solo em relação a erosão e a produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Brasília, 1980. Resumos. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.26.

McMAHON, M.A. & THOMAS, G.W. Anion leaching in two Kentucky soil under conventional tillage and a Killed-sod

- mulch. Agronomy Journal, Madison, 68(3): 437-42, 1976.
- MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho.
In: PATERNIANI, E. & VIÉGAS, G.P. Melhoramento e produção do milho. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.2, cap.13, p.541-93.
- MENGEL, D.B; NELSON, D.W.; HUBER, D.M. Placement of nitrogen fertilizers of no-till and conventional till corn. Agronomy Journal, Madison, 74(3): 515-8, 1982.
- MEYER, R.D.; OLSON, R.A.; RHOADES, H.F. Ammonia losses from fertilized Nebraska soils. Agronomy Journal, Madison, 53(4): 241-4, 1961.
- MOODY, J.E.; SHEAR, G.M.; JONES JUNIOR, J.N. Growing corn without tillage. Notes. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 25(6): 516-7, Nov./ Dec.1961.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7: 95-102, 1983.
- PHILLIPS, R.E. & PHILLIPS, S.M. No - tillage agriculture, principles and practices. New York, Van Nostrand Reinhold, 1984. 306p.
- PHILLIPS, S.H. & YOUNG JUNIOR, H.M. No tillage farming. Milwaukee, Reiman Associates, 1973. 224p.

- RAIJ, B. van. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo, 1985. 107p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 55p.
- 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). Revista Brasileira de Ciência do solo, Campinas, Z: 103-6, 1983.
- TAVARES, F.C.A. Componentes de produção relacionados à heterose em híbridos intervarietais de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1972. 106p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- THOMAS, G.W.; BLEVINS, R.L.; PHILLIPS, R.E.; McMAHON, M.A. Effect of a killed sod mulch on nitrate movement and corn yield. Agronomy Journal, Madison, 65(5): 736-9, 1973.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. Publications in Climatology, 8(1): 1-104, 1955.
- TOUCHTON J.T. & HARGROVE, W.L. Nitrogen sources and methods of application for no tillage corn production. Agronomy Journal, Madison, 74(5): 823-926, 1982.

ULLOA, A.M.C.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Utilização do nitrogênio fertilizante por dois híbridos de milho. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 66p.

VOLK, G.M. Volatile loss of ammonia following surface application of Urea to Turf or Bare soils. Agronomy Journal, Madison, 51(12): 746-9, 1959.

WILHELM, W.W.; SCHEPERS, J.S.; MILKE, L.N.; DORAN, J.W.; ELLIS, J.R.; STROUP, W.W. Dryland mayze development and yield resulting from tillage and nitrogen fertilization practices. Soil & Tillage Research, Amsterdam, 10: 167-79, 1987.