

GILSON PEREIRA SILVA

**INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES DE CLIMA E DE SOLO
NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁREAS COM PLANTIO
DIRETO NO ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

GILSON PEREIRA SILVA

**INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES DE CLIMA E DE SOLO
NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁREAS COM PLANTIO
DIRETO NO ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 30 de janeiro de 2001.

Prof. Liovando Marciano da Costa
(Conselheiro)

Prof. Gilberto Chohaku Sedyama

Prof. Jaime W. Vargas de Mello

Prof. Cosme Damião Cruz

Prof. Roberto Ferreira de Novais
(Orientador)

*Acautelai-vos para que não percais vosso trabalho,
mas recebeis pleno galardão.*

(II João, 1:8)

*Acautela-te de ti mesmo na luta íntima que
manténs, a fim de que o “homem velho” não te
atraia e readquira seu total e antigo domínio.*

(Vera Lúcio)

A Deus, fonte da vida e do amor.

Aos meus pais, pelo carinho, pela compreensão
e pelo incentivo.

Aos meus irmãos, amigos de todas as horas.

À *Gislane*, minha esposa, pelo carinho e
apoio nas horas difíceis desta caminhada.

A *Victor Hugo*, *Raymi Augusto*, *Deivide*
e *Jenifer*, alegria de novas vidas que se
iniciam, frutos que podem produzir
árvores frondosas.

AGRADECIMENTO

À Cidade de Viçosa e seu povo, que me acolheram e fizeram da vivência nestes anos aqui passados agradável e proveitosa.

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do Curso.

À Fundação do Ensino Superior de Rio Verde (FESURV), que, com a dedicação dos colegas, possibilitou-me o término do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao Professor Roberto Ferreira de Novais, pela orientação, pela amizade e pelos ensinamentos transmitidos, desde a iniciação científica.

Ao Professor Liovando Marciano da Costa, pela amizade e pelos ensinamentos transmitidos nestes anos de convivência.

Ao Professor Gilberto Chohaku Sedyama, pela amizade com que sempre me recebeu e pelos ensinamentos na área de Climatologia.

Ao Professor Cosme Damião Cruz, pela amizade dedicada e inestimável ajuda nas análises multivariadas.

Ao Professor Jaime W. Vargas de Mello, pelas críticas e sugestões.

Ao Professor Luis Cláudio Costa, pela cessão de parte dos dados climáticos utilizados neste trabalho.

Ao Dr. Paulo Henrique Caramori e ao Sr. Edmirson Borrozino, pesquisadores do IAPAR-Londrina, pela cessão de parte dos dados climáticos e pela gentileza com que sempre me atenderam.

Ao Professor Elpídio Inácio Fernandes Filho, pela amizade e pela disponibilidade do laboratório sempre que precisei.

Ao José Flávio, pelo auxílio no uso dos programas computacionais.

Ao Léo e Joanito, pela amizade e pelo auxílio na digitalização das figuras.

Aos colegas de curso, especialmente a Faria, Márcio, Aninha e Maurício, e a todos aqueles que sempre souberam tornar nossa permanência mais agradável.

A todos os demais professores do Departamento de Solos, pela alegre convivência e pelos ensinamentos transmitidos.

A todos os funcionários do Departamento de Solos, pela amizade e alegria com que sempre me receberam.

Às professoras Lúcia e Odiuvia, mestras do meu segundo grau, pela base sólida que forneceram, auxílio sempre indispensável nesta caminhada.

Ao José Roberto de Freitas, pela amizade, convivência fraterna e pelo auxílio nos trabalhos de digitação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação e realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

GILSON PEREIRA SILVA, filho de José Pereira da Silva e Mônica Crispim da Silva, nasceu no município de Ituiutaba-MG, em 20 de março de 1966.

Cursou o primário na Escola Estadual Lions, o ginásio na Escola Estadual Governador Clóvis Salgado e o colegial na Escola Estadual Governador Israel Pinheiro, na cidade de Ituiutaba.

Em março de 1985, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em março de 1990.

Em abril de 1990, ingressou no Programa de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em abril de 1993.

Em agosto de 1994, iniciou o Curso de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em janeiro de 2001.

Em fevereiro de 1995, foi contratado como Professor Adjunto pelo Departamento de Agronomia da Fundação do Ensino Superior de Rio Verde-GO.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Avaliação por meio de dados climáticos	15
4.1.1. Diversidade entre estações meteorológicas	15
4.1.2. Discriminação das localidades por meio da aptidão ao plantio direto.....	29
4.2. Avaliação por meio de características de perfis de solos.....	38
4.2.1. Diversidade entre perfis de solos	38
4.2.2. Discriminação das localidades por meio da aptidão ao plantio direto	45
5. RESUMO E CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

RESUMO

SILVA, Gilson Pereira, D.S., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2001. **Influência de condições de clima e de solo na distribuição de áreas com plantio direto no Estado do Paraná.** Orientador: Roberto Ferreira de Novais. Conselheiros: Liovando Marciano da Costa e Ivo Jucksh.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição de áreas com adoção de plantio direto (PD), em diferentes regiões do Estado do Paraná, em relação a aspectos climáticos e às características físicas e químicas dos solos dessas regiões. Os dados meteorológicos utilizados foram: precipitação (PRE), temperatura máxima (Tx), temperatura mínima (Tn), temperatura média (Tm), umidade relativa (UR), insolação (INS), velocidade do vento a 10 m de altura (Vv), evapotranspiração potencial (ETP), evapotranspiração real (ETR) e excedente hídrico (EXC). Os dados meteorológicos, originalmente em médias diárias, foram transformados em médias de dois períodos do ano: primavera/verão e outono/inverno. No primeiro caso, fez-se uma média das médias mensais dos meses de outubro a março e, no segundo, de abril a setembro, para todas as variáveis, com exceção de insolação e precipitação, para as quais considerou-se o total médio do período. As características dos perfis de

solo foram: teor de argila; CTC total (T); carbono orgânico (C); SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 do ataque sulfúrico; Ki; Kr; material de origem (MO); relevo (REL); e teor de caulinita (CT) e goethita (GT) e índice de intemperismo (INT) obtidos por alocação. Com o auxílio do programa GENES, os dados foram analisados por técnicas multivariadas: análise de agrupamento, componente principal e análise discriminante. Os resultados permitiram concluir que: (i) as localidades sob clima Cfa podem ter áreas com plantio direto no máximo até 20% do total do estado, principalmente no período primavera/verão; (ii) as estações sob clima Cfb podem ter área com plantio direto acima de 20% do total do estado, principalmente no período primavera/verão; e (iii) as condições climáticas, na maioria dos casos, suplantam as características do solo para a utilização do plantio direto em determinada área.

ABSTRACT

SILVA, Gilson Pereira, D.S., Federal University of Viçosa, January of 2001. **Influence of climate and soil conditions in the area distribution with no-tillage in the Paraná state (Brazil)**. Adviser: Roberto Ferreira de Novais. Committee members: Liovando Marciano da Costa and Ivo Jucksch.

The objective of this research was to evaluate the area distribution with adoption of no-tillage (NT), in different regions of the Paraná state (Brazil), in relation to climatic aspects and physical and chemical characteristics of the soils in these regions. It was utilized the following meteorological data: rain (PRE), maximum temperature (Tx), minimum temperature (Tn), mean temperature (Tm), relative humidity (UR), sun light (INS) and wind speed at 10 m above soil surface (Vv). The meteorological data available were expressed as daily average. They were transformed in average of two periods of the year: spring/summer and autumn/winter. In the first case it was done the average of the averages of the months from October to March, and second from April to September, for all variables, with the exception of sun light and rain, for wich the total average of the period was considered. The soil characteristics were: clay content, CEC (T), organic carbon (C), SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ of the

sulfuric extraction, Ki, Kr, parent material (MO) and relief (REL). With help of GENES software the data were analyzed with multivariate technique: cluster analysis, principal components and discriminant analysis. The results showed that: (i) the locality on Cfa climate might be areas with no-tillage in the maximum 20% of the state, mainly in the spring/summer period; (ii) the station with Cfb climate might have areas with no-tillage higher than 20% of the state; and (iii) the weather conditions, in the most situations, are more important than soil characteristics for the no-tillage system in specific area.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional aumenta a demanda por alimentos, ocorrendo maior pressão para sua produção; conseqüentemente, o uso do solo deve ser intensificado ou a busca por novas áreas agrícolas deve ser incentivada. Partindo-se do pressuposto de que novas áreas estão cada vez mais escassas, o uso contínuo e mais intenso do solo é solução para suprir essa demanda crescente de alimentos; com isso, pode-se iniciar um processo de degradação desses solos, com conseqüente diminuição da produtividade. Tem-se, então, uma situação paradoxal: precisa-se aumentar a intensidade de uso do solo para haver maior produção de alimentos; mas, por essa razão, pode-se diminuir a produção devido à degradação do solo imposta pelo seu uso inadequado. A solução do problema não é simples; há a necessidade de se buscarem alternativas racionais de uso e manejo do solo. Surge, então, um sistema que parece ser a solução para este problema: o Plantio Direto (PD), que permite o uso intensivo do solo, sem, contudo, ocasionar problemas de sua degradação.

O PD é um sistema de cultivo no qual o revolvimento do solo ocorre apenas na linha de plantio e as culturas são plantadas sobre os resíduos, ou palhada, da cultura anterior. É um sistema que apresentou

intenso desenvolvimento e uso nos últimos anos, e hoje sua adoção é estimada em cerca de 12 milhões de hectares no País. Todavia, observações recentes têm mostrado que a adoção do PD não ocorre de forma contínua, mesmo dentro de um estado, às vezes, até mesmo, em regiões bastante próximas. Tem-se, como exemplo, o Estado do Paraná como um dos pioneiros na adoção do PD em grandes áreas no País.

No Paraná, pôde-se notar um fato interessante quando foi realizado o levantamento das áreas que adotam o PD, pelos escritórios regionais da EMATER-PR (EMPRESA... - EMATER-PR, 1995). Nas regiões de maior altitude ocorre maior adoção do sistema e, em regiões de menor altitude, adota-se a técnica, mas não de maneira tão intensa quanto naquelas. Especula-se que isso esteja relacionado às diferentes condições climáticas e de solos nesses locais.

Existem condições climáticas em que determinado manejo pode influenciar, intensamente, as condições propícias ao desenvolvimento das culturas, chegando, em determinado momento, a inviabilizar sua adoção por período de tempo prolongado. Às vezes, as diferenças podem ser notadas de um ano para outro, principalmente se houver diferença de precipitação acentuada de um ano para outro, na região considerada.

Se o clima é fator importante, deve-se desenvolver uma estratégia de implantação do PD em uma dada região considerando-se as inter-relações solo-clima, pois não devem ser todas as classes de solo e condições climáticas aptas a receberem o PD de modo contínuo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição de áreas com adoção do PD, em diferentes regiões do Estado do Paraná, em relação a aspectos climáticos e às características físicas e químicas dos solos dessas regiões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As primeiras citações brasileiras sobre a necessidade de uma agricultura baseada em sistemas de menor mobilização do solo datam de 1961, quando Vieira e Frazier, citados por BORGES (1993), identificaram o sistema de cultivo mínimo, na época, em desenvolvimento em alguns países, que poderia contribuir para uma agricultura racional e mais produtiva no Brasil. O plantio direto (PD) foi introduzido no Brasil no início da década de 70. Seu principal objetivo, como método alternativo de cultivo do solo, era controlar a erosão nas lavouras cultivadas com a sucessão trigo e soja, na Região Sul do País (DENARDIN e KOCHHANN, 1993).

Segundo DERPSCHE et al. (1991), o PD é, em comparação com outros métodos de cultivo do solo, o único em que a energia das gotas de chuva é amortecida pela camada de cobertura morta e a erosão do solo é controlada eficazmente.

A crescente adoção do PD no Brasil, segundo vários autores, deve-se às suas vantagens sobre o preparo convencional, como: alta eficiência no controle da erosão, possibilidade de recuperação de solos desestruturados, maior armazenamento de água no solo, maior ciclagem

de nutrientes e menor impacto ambiental (JONES JR. et al., 1969; BLEVINS et al., 1971; BENATTI JR. et al., 1984; CHOUDHARY e BAKER, 1992; BAKER et al., 1996; DAO, 1996).

BERTON e JACOBSEN (1996), em levantamento no Planalto do Rio Grande do Sul, relatam a existência de municípios com mais de 50% de suas áreas plantadas com lavouras, adotando o PD. Os municípios avaliados apresentam altitudes superiores a 500 m, sendo várias as classes de solos, havendo predomínio de Latossolos.

A crescente adoção do PD pelos agricultores no Brasil e as pesquisas já realizadas e, ou, em andamento mostram os benefícios deste sistema em relação ao chamado preparo convencional (aração e gradagem), principalmente no aspecto de diminuição das perdas de solo e água, devido ao não-revolvimento do solo (BARKER e WÜNSCHE, 1977; CANNEL, 1981; LEVIEN et al., 1990; DERPSCH et al., 1991; PHILLIPS et al., 1993; BERTOL et al., 1997).

Em regiões tropicais e subtropicais, a intensidade de radiação solar é alta e manejos que propiciem a cobertura eficiente do solo são muito importantes. A interceptação da radiação pela cobertura aumenta a energia refletida e diminui a quantidade de radiação que chega à superfície do solo, propiciando menores perdas de água por evaporação e diminuição da temperatura do solo (BAVER et al., 1973); isso diminui o número de ciclos de umedecimento e secagem. Diversos fatores podem ocasionar o aumento da densidade do solo: os ciclos de umedecimento e secagem são um deles (COUGHLAND e FOX, 1977; KAY e DEXTER, 1992; OLIVEIRA, 1994; BRESSON e MORAN, 1995; GOMES, 1996; JANTSCH, 1997; OLIVEIRA et al., 1999).

Segundo relato de LOPES (1989), os solos de textura argilosa e muito argilosa são mais suscetíveis à compactação que os arenosos, pois estes são pouco coesos e apresentam grande volume de macroporos. BARTZ (1993) afirma que a implantação de PD em solos argilosos apresenta inúmeras dificuldades, principalmente devido à compactação,

uma vez que o plantio, os tratos culturais e a colheita são normalmente realizados com solo úmido. Esse autor afirma também que algumas avaliações têm mostrado que o rendimento de milho e soja é de 25 a 27% menor em área de PD com compactação, quando comparada com outra área, no mesmo sistema, sem compactação.

Não são todas as classes de solos, em qualquer condição climática, que suportam a adoção do plantio direto indefinidamente. Nota-se, em algumas classes de solos, em determinada condição climática, a necessidade de revolvimento periódico. A principal razão é o aparecimento de uma camada de maior densidade na superfície do solo, que provoca vários problemas para o crescimento e desenvolvimento da cultura, principalmente quando o clima não é favorável. Existem algumas tentativas de correlacionar características do solo e clima (JANTSCH, 1997), em condições controladas, com o aparecimento de camadas adensadas do solo, ou mesmo entre características do solo e relevo (JANTSCH et al., 1999). Todavia, em condições de campo, tais tentativas têm sido restritas, mas adquirem grande importância, principalmente a partir do momento da crescente adoção de sistemas de manejo que podem vir a provocar o aparecimento de condições impróprias ao crescimento e desenvolvimento das culturas.

Temperaturas mais elevadas, aliadas à disponibilidade de água, principalmente no verão, fazem com que a palha seja decomposta com rapidez, não permitindo que o solo fique coberto, submetendo-o às intempéries, principalmente a maior número de ciclos de umedecimento e secagem (OLIVEIRA, 1994; GOMES, 1996; JANTSCH, 1997; OLIVEIRA et al., 1999), que provocam problemas de alteração da estrutura do solo, principalmente naqueles de mineralogia caulinítica (CARVALHO, 1991) e alto teor de argila. Além do mais, de maneira geral, o solo é trabalhado com máquinas quando apresenta teor de umidade acima do adequado (BARTZ, 1993), fazendo com que as partículas do solo, devido à sua mineralogia, geralmente caulinítica,

orientem-se de forma laminar (RESENDE et al., 1995), ocorrendo o aparecimento de uma camada superficial compactada que dificulta o crescimento do sistema radicular das culturas, diminui a infiltração de água e afeta as trocas gasosas.

Outra questão diz respeito à cor. Determinações de laboratório demonstram que, quanto mais escuro é o solo, mais baixo é seu albedo (STONER e BAUMGARDNER, 1980). Segundo COSTA¹, os solos de cores mais escuras, quando sem vegetação, absorvem grande quantidade de radiação, armazenando grande quantidade de energia, proporcionando maior evaporação da água do solo e aumentando o número de ciclos de umedecimento e secagem.

Como consequência, verifica-se déficit hídrico para as culturas, pois, apesar de apresentar relativamente maior teor de água que em outros tipos de manejo, nos solos sob plantio direto ocorre à predominância de microporos em relação a macroporos (CANNELL e FINNEY, 1973; RUSSEL et al., 1975; CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990; DERPSCH et al., 1991; DA ROS et al., 1997), fazendo com que a água seja retida com mais energia no solo, dificultando sua absorção pelas plantas, podendo ocasionar inclusive déficit nutricional para as culturas, principalmente para aqueles nutrientes, como o P, que têm como mecanismo de transporte a difusão (VILLANI et al., 1993).

As atuais tentativas de modelagem na área de ciências agrárias têm considerado o desenvolvimento e a produtividade das culturas em relação ao clima e à capacidade de suporte do solo, principalmente em termos de fornecimento de água e, ou, de nutrientes, em um sistema de manejo (SEDIYAMA et al., 1979; GALLARDO et al., 1996; KIM e STRICKER, 1996; GOODING et al., 1997; AFFHOLDER, 1997), ou entre sistemas (O'LEARY e CONNOR, 1997). Todavia, modelos que considerem o efeito do tipo de cultivo ou de manejo em um determinado solo, considerando-se o clima onde esse solo está inserido, têm merecido pouca

¹ Professor Liovando M. da Costa (DPS/UFV) - comunicação pessoal.

atenção. Pode-se inferir que esses modelos foram desenvolvidos em condições onde o clima não apresentava influência marcante sobre características do solo como variável do tipo de manejo.

A formação de uma camada superficial mais compactada faz com que haja menor porosidade, principalmente macroporosidade, ocasionando problemas na continuidade do fluxo de água, bem como no transporte de nutrientes, principalmente naqueles transportados por difusão. Como o sistema radicular da planta localiza-se superficialmente, devido à compactação, e também porque os nutrientes são aplicados na superfície, a planta poderá apresentar deficiência nutricional, de maneira mais intensa, nos anos de maior déficit hídrico, o que necessariamente não provoca sua senescência, uma vez que ainda existe água no solo para que ela possa se manter túrgida, mas o transporte de nutrientes para a planta, principalmente por difusão, já foi grandemente afetado (VILLANI et al., 1993).

O PD apresenta restrições em algumas classes de solos e, pode-se dizer, também em determinadas condições climáticas. LAL (1985), em pesquisas desenvolvidas na Nigéria, estabeleceu critérios para escolha do tipo de preparo levando em conta características climáticas e edafológicas. O autor considerou como características do solo que favorecem o plantio direto: horizontes superficiais com textura média ou solos argilosos com porosidade inicial elevada, resistência ou menor suscetibilidade à compactação, alta atividade biológica, boa drenagem interna e consistência friável para uma larga variação de umidade.

WILKINSON (1975) e CANNELL et al. (1977), na Inglaterra, classificaram os solos de acordo com a probabilidade de sucesso do PD e concluíram que aqueles que apresentaram maiores restrições ao sistema foram os de textura muito argilosa e drenagem deficiente. Tendo em vista essas situações, conclui-se que, embora o PD possa ser um excelente sistema, sua adequação a diferentes classes de solo depende de condições edafológicas e climáticas (MERTEN, 1993).

Estudando a influência do clima na suscetibilidade à compactação de três classes de Latossolos brasileiros, JANTSCH et al. (1995) concluíram que há maior influência dos fatores climáticos na camada superficial do solo, modificando o acúmulo de carbono orgânico e lixiviação de sílica, e que os solos de uma mesma classe, situados em menores altitudes, apresentam maior suscetibilidade à compactação, implicando a utilização de manejo diferenciado em relação àqueles situados em locais de maior altitude.

Apesar da diferença entre a atmosfera do solo e a da superfície, há estreita relação entre ambas (OLIVEIRA et al., 1992); existem estudos que tentam estimar a temperatura do solo por meio de observações obtidas em postos meteorológicos (ALFONSI et al., 1981; ALFONSI e SENTELHAS, 1996). Esses autores concluíram haver correlação entre a temperatura do ar e a do solo, principalmente em profundidades de até 20 cm.

BRAGAGNOLO e MIELNICZUK (1990b), relacionando a temperatura e a umidade do solo com cobertura de palha de trigo, relataram resultados em que 5,0 a 7,5 t ha⁻¹ de palha, uniformemente distribuída sobre o solo, reduziu a temperatura na superfície do solo entre 0,6 e 1,11°C/t, respectivamente, dependendo da insolação e umidade do solo. Houve manutenção da umidade volumétrica na camada de 0 a 5 cm de profundidade: 8 a 10% acima daquela do solo descoberto ou com 2,5 t ha⁻¹ de palha, respectivamente. Deve ser salientado o breve período de 15 dias de medição das variáveis temperatura e umidade do solo adotado nesse trabalho.

BRAGAGNOLO e MIELNICZUK (1990a), em estudo que relacionou a cobertura por palha de oito seqüências de culturas com a temperatura e a umidade do solo, concluíram que houve variação nestas características de acordo com o tipo de rotação utilizada; as culturas que propiciaram maior produção de palha atenuaram o aumento da temperatura da superfície do solo e diminuíram a perda de água por evaporação.

A evaporação da água do solo pode ser caracterizada por três estádios (BOND e WILLIS, 1970). Durante o primeiro, ou estágio de taxa constante, quando a superfície está molhada e o fluxo de água é principalmente via fase líquida, a taxa de evaporação é comparável àquela de uma superfície de água livre, sendo controlada principalmente pelas condições externas. O solo começa a regular o secamento quando aparece a primeira superfície seca no solo. A taxa de secamento cai rapidamente durante o segundo estágio. O terceiro estágio é de muito baixa e relativamente constante evaporação, com a perda de água sendo controlada quase que exclusivamente pela superfície de secamento do solo. Durante o terceiro estágio, a água é perdida pela superfície do solo, principalmente, por difusão de vapor.

Os resíduos que cobrem a superfície do solo diminuem a taxa de evaporação da água, mas ela continua ocorrendo, e, quanto maior for o potencial de evaporação do meio e menor a quantidade ou espessura dos resíduos deixados na superfície, menor o número de dias para o solo atingir o secamento (BOND e WILLIS, 1969; UNGER e PARKER, 1976; PRIHAR et al., 1996).

A cobertura do solo com restos de culturas reduz a evaporação devido à interceptação da radiação solar e redução da velocidade do vento na superfície. Por outro lado, o cultivo raso acelera o desenvolvimento de uma camada de solo seco, que reduz a perda de água pela quebra da capilaridade (JALOTA e PRIHAR, 1990a). Contudo, a eficiência dessas práticas depende de taxa de cobertura, tempo e tipo de cultivo, classe de solo e evaporação (JALOTA e PRIHAR, 1990a,b). A evaporação cumulativa de um solo coberto por palha é, inicialmente, retardada em relação ao solo descoberto, porém, com o passar do tempo, o total de água evaporada do solo coberto com palha é similar ou excede àquela do solo descoberto (BOND e WILLIS, 1970).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se como base do estudo o levantamento das áreas ocupadas por plantio direto (PD) no Estado do Paraná (Quadro 1), realizado pela EMATER-PR no ano agrícola 1993/94.

Para avaliar a distribuição do PD, considerando-se características do solo e do clima, foram escolhidas algumas localidades do Estado do Paraná (Quadro 2). A escolha desse estado se deveu à diversidade de ambientes nele existente e à grande adoção do PD, além do grande número de resultados de pesquisa sobre esse sistema. As localidades escolhidas apresentam estações meteorológicas e descrições de perfis de solos. A escolha obedeceu a uma ordem de diferenciação climática, principalmente levando-se em consideração diferenças de altitude, que sabidamente definem condições climáticas diferenciadas, para latitudes semelhantes e que apresentassem a adoção do PD.

Quadro 1 - Plantio Direto no Estado do Paraná - localização, área total e relativa, no ano agrícola 1993/94

Local	Altitude	Área inverno	Área relativa (inverno)	Área verão	Área relativa (verão)	Clima ⁽¹⁾
	m	ha	%	ha	%	
Ivaiporã	360	30.070	5,82	56.586	5,38	Cfa
Pato Branco	450	22.170	4,29	43.680	4,15	Cfa
Umuarama	450	348	0,07	1.591	0,15	Cfa
Paranavaí	480	*	*	97	0,01	Cfa
Santo Ant ^o . da Platina	520	2.100	0,41	5.796	0,55	Cfa
Toledo	530	37.420	7,24	60.780	5,78	Cfa
Londrina	550	20.852	4,04	25.723	2,44	Cfa
Maringá	550	21.857	4,23	65.231	6,20	Cfa
Campo Mourão	630	113.048	21,88	189.559	18,01	Cfa
Francisco Beltrão	650	3.150	0,61	6.214	0,59	Cfa
Cornélio Procópio	652	3.319	0,64	8.166	0,78	Cfa
Cascavel	800	39.692	7,68	73.875	7,02	Cfb
Lapa	800	1.165	0,23	1.433	0,14	Cfb
União da Vitória	800	*	*	2.120	0,20	Cfb
Irati	812	21.499	4,16	28.324	2,69	Cfb
Ponta Grossa	850	144.030	27,88	307.108	29,18	Cfb
Apucarana	870	13.217	2,56	26.815	2,55	Cfb
Curitiba	950	62	0,01	570	0,05	Cfb
Guarapuava	1.000	42.580	8,24	148.593	14,12	Cfb
Total		516.579	99,99	1.052.261	99,99	-

Fonte: adaptado de EMATER-PR (1995).

⁽¹⁾ Classificação climática segundo Koeppen: Cfa-clima subtropical, úmido, mesotérmico, com meses de verão quentes (mês mais quente com temperatura média > 22°C) e geadas menos frequentes (temperatura média do mês mais frio < 18°C). Ao norte do paralelo 24°S, há tendência de concentração das chuvas nos meses de verão. Sem estação seca definida. Cfb-clima subtropical, úmido, mesotérmico, com meses de verão frescos (mês mais quente com temperatura média < 22°C) e geadas frequentes e severas (temperatura média do mês mais frio < 18°C). Ausência de estação seca.

* - Área com plantio direto não mensurada.

Quadro 2 - Relação das estações meteorológicas utilizadas no estudo

Estação	Município	Órgão	Latitude sul	Longitude oeste	Altitude	Clima ⁽¹⁾
			graus	graus	m	
1	Apucarana	IAPAR	23,30	51,32	760	Cfb
2	Bandeirantes	IAPAR	23,06	50,21	440	Cfa
3	Bela Vista do Paraíso	IAPAR	22,57	51,12	600	Cfa
4	Cambará	IAPAR	23,00	50,02	450	Cfa
5	Campo Mourão	INMET	24,05	52,38	585	Cfa
6	Cândido Abreu	IAPAR	24,38	51,15	645	Cfb
7	Cascavel	INMET	24,96	53,46	782	Cfb
8	Cascavel	IAPAR	24,53	53,33	660	Cfb
9	Castro	INMET	24,79	50,01	999	Cfb
10	Cerro Azul	IAPAR	24,49	49,15	344	Cfa
11	Cianorte	IAPAR	23,40	52,35	530	Cfa
12	Clevelândia	IAPAR	26,25	52,21	930	Cfb
13	Cornélio Procópio	INMET	23,18	50,65	676	Cfa
14	Fernandes Pinheiro	IAPAR	25,27	50,35	893	Cfb
15	Foz do Iguaçu	INMET	25,55	54,59	164	Cfa
16	Francisco Beltrão	IAPAR	26,05	53,04	650	Cfa
17	Guaíra	INMET	24,08	54,26	220	Cfa
18	Guarapuava	INMET	25,40	51,46	1.098	Cfb
19	Guarapuava	IAPAR	25,21	51,31	1.058	Cfb
20	Guaraqueçaba	IAPAR	25,16	48,32	40	Af
21	Ivaí	INMET	25,01	50,86	478	Cfb
22	Jacarezinho	INMET	23,16	49,97	501	Cfa
23	Joaquim Távora	IAPAR	23,30	49,57	512	Cfa
24	Lapa	IAPAR	25,47	49,46	910	Cfb
25	Laranjeiras do Sul	IAPAR	25,25	52,25	880	Cfb
26	Londrina	INMET	23,31	51,16	585	Cfa
27	Londrina	IAPAR	23,22	51,10	585	Cfa
28	Maringá	INMET	23,43	51,94	596	Cfa
29	Morretes	IAPAR	25,30	48,49	59	Af
30	Nova Cantu	IAPAR	24,40	52,34	540	Cfa
31	Palmas	IAPAR	26,29	51,59	1.100	Cfb
32	Palotina	IAPAR	24,18	53,55	310	Cfa
33	Paranavaí	IAPAR	23,05	52,26	480	Cfa
34	Pato Branco	IAPAR	26,27	52,41	700	Cfa
35	Pinhais	IAPAR	25,25	49,08	930	Cfb
36	Planalto	IAPAR	25,42	53,47	400	Cfa
37	Ponta Grossa	INMET	25,09	50,16	970	Cfb
38	São Mateus do Sul	INMET	25,87	50,38	835	Cfb
39	São Miguel do Iguaçu	IAPAR	25,26	54,22	260	Cfa
40	Telêmaco Borba	IAPAR	24,20	50,37	768	Cfa
41	Toledo	IAPAR	24,71	53,74	560	Cfa
42	Umuarama	IAPAR	23,44	53,17	480	Cfa

⁽¹⁾ Classificação climática segundo Koeppen.

Fonte: IAPAR (1996); INMET (1996) (dados fornecidos em disquetes).

Os dados meteorológicos utilizados foram: precipitação (PRE), em mm; temperaturas máxima (Tx), mínima (Tn) e média (Tm), em °C; umidade relativa (UR), em %; insolação (INS), em h; e velocidade do vento a 10 m de altura (Vv), em m s^{-1} , fornecidos pela rede de estações meteorológicas do Estado do Paraná, pelo INMET e pelo IAPAR. Foram calculados, utilizando o balanço hídrico de Thornthwaite, a evaporação potencial (ETP) e real (ETR) e o excedente hídrico (EXC), medidos em mm.

Os dados meteorológicos, originalmente em médias diárias, foram transformados em médias de dois períodos do ano: primavera/verão e outono/inverno. No primeiro caso, calculou-se a média das médias mensais dos meses de outubro a março e, no segundo, de abril a setembro, para todas as variáveis, com exceção de insolação e precipitação, para as quais foi considerado o total médio do período. Essa divisão foi realizada para evitar interpretações equivocadas dos resultados obtidos a partir de análises estatísticas feitas com dados diários ou mesmo com médias mensais e, também, procurando ter no estudo períodos em que as culturas permanecem no campo.

Foram escolhidos 42 perfis de solos que representassem as diversas classes de solos utilizadas com agricultura no Paraná e que estivessem sujeitos às condições climáticas medidas pelas estações meteorológicas utilizadas no estudo. As características de solo consideradas foram: teor de argila, em %; CTC total (T), em $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ de solo; carbono orgânico (C), em %; SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 do ataque sulfúrico, em %; Ki; Kr; material de origem (MO); e relevo (REL), retiradas do Boletim de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná (EMPRESA... - EMBRAPA, 1984). Foram considerados, também, os teores de caulinita (CT) e goethita (GT), em %, e o índice de intemperismo do solo (INT), obtidos pelo método de alocação (MOURA FILHO et al., 1995). É importante salientar que as características dos solos foram sempre da camada, ou do horizonte, mais superficial.

Foi realizada análise de agrupamento, para as diversas localidades, quanto às condições climáticas e de solos. Inicialmente, os dados foram padronizados, pois não se apresentavam na mesma escala, dividindo-se os valores médios pelo desvio-padrão. Após a padronização, procedeu-se ao cálculo das distâncias ou medidas de dissimilaridade entre as estações, par a par. A medida utilizada foi a distância euclidiana média. Como o exame visual das distâncias não permitiu o reconhecimento de grupos homogêneos, devido ao seu grande número, utilizou-se o método de otimização de Tocher.

Além da análise de agrupamento, foi feita uma análise dos componentes principais por meio de uma matriz constituída de variáveis climáticas, para as estações meteorológicas, e de características dos perfis para os solos, em que se avaliou a dissimilaridade entre estações e classes de solos e identificou-se o elemento mais correlacionado com a utilização do PD na área estudada.

Finalmente, foi realizada análise discriminante, em que foram classificadas as localidades segundo sua aptidão a receber o PD, com as variáveis climáticas e de perfis de solos. Para essa análise, com as localidades em que se conhecia a área com PD, fez-se a divisão prévia destas em três populações distintas, considerando-se a área, em termos percentuais (Quadro 1), ocupada com PD em cada localidade: as populações 1 (POP1), 2 (POP2) e 3 (POP3) apresentavam de 0 a 5%, 5 a 20% e > 20%, respectivamente, da área da localidade, em relação ao total do estado, manejadas em PD. Em seguida foram calculadas equações discriminantes, com as variáveis em estudo, para cada população, e a partir dessas os valores discriminantes para cada estação onde não se conhecia a área ocupada com PD. A estação foi classificada na população que apresentou o máximo valor discriminante.

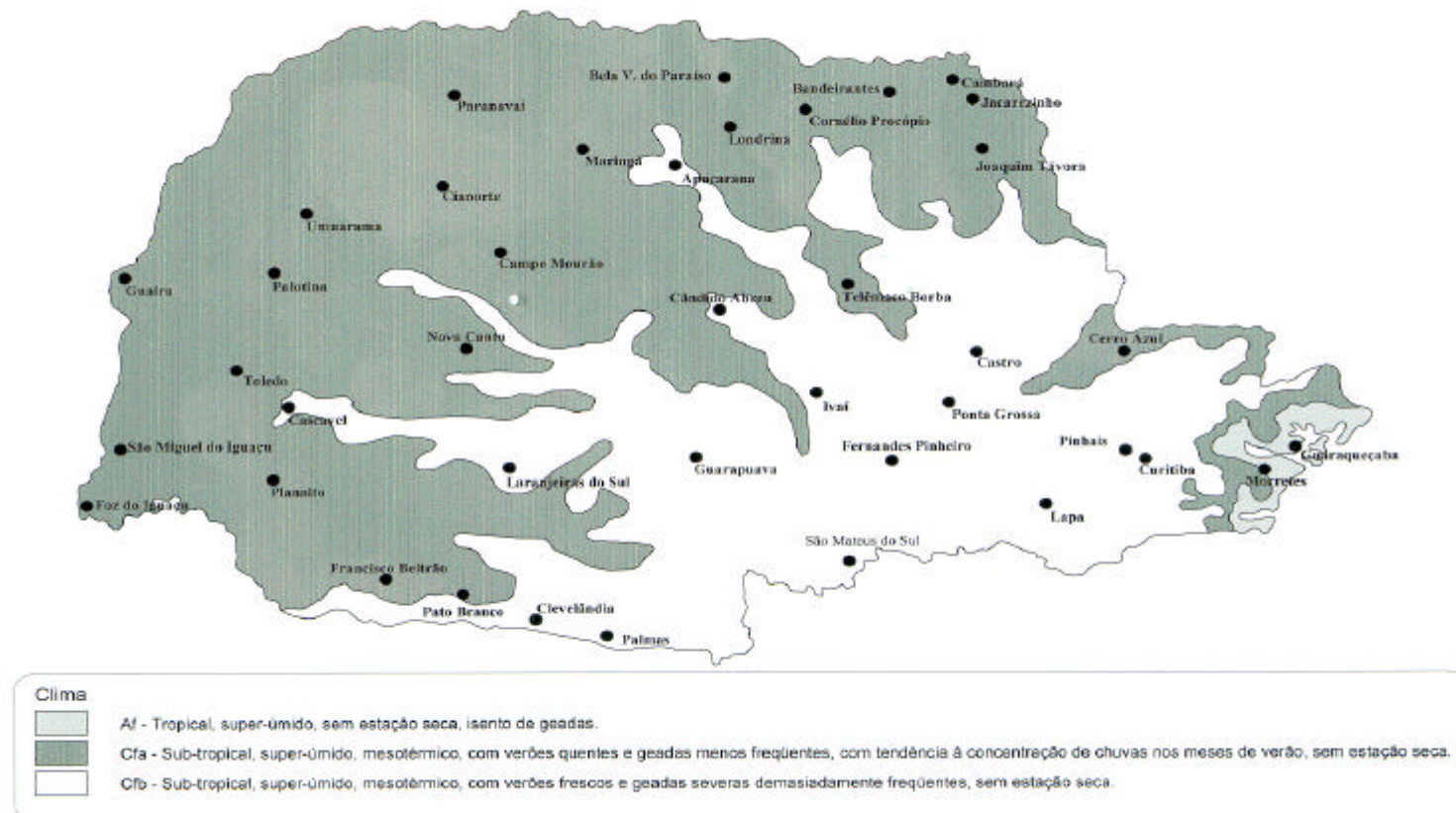
As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 1995).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Avaliação por meio de dados climáticos

4.1.1. Diversidade entre estações meteorológicas

Segundo a carta climática do Paraná (Figura 1), são encontrados nesse estado três tipos climáticos, segundo a classificação de Koeppen: **Af** - com temperatura no mês mais quente maior que 22°C e no mês mais frio maior que 18°C, restringindo-se à faixa litorânea do estado em altitudes inferiores a 50 m; **Cfa** - com temperatura no mês mais quente maior que 22°C e no mês mais frio menor que 18°C, predominando no norte, oeste e sudoeste paranaense, em altitudes normalmente inferiores a 850 m; e **Cfb** - com temperatura no mês mais quente menor que 22°C e no mês mais frio menor que 18°C, predominando nas regiões central, sul e centro-leste do estado (GODOY et al., 1976; EMBRAPA, 1984). As estações meteorológicas utilizadas no estudo estão amplamente distribuídas no estado, tendo-se representação dos três tipos climáticos (Figura 1).



Fonte: GODOY et al. (1976).

Figura 1 - Carta climática do Estado do Paraná.

De modo geral, tanto no período primavera/verão (Quadro 3) quanto no outono/inverno (Quadro 4), as temperaturas são mais elevadas e a precipitação menor nas estações de menor altitude, e os demais elementos não têm uma diferenciação tão nítida.

Verificou-se, inicialmente, a formação de seis grupos de estações no período primavera/verão (Quadro 5) e nove no outono/inverno (Quadro 6). Posteriormente, o grupo um do período primavera/verão foi dividido em 10 subgrupos.

A divisão adotada segue o princípio da metodologia utilizada, que promove a partição do conjunto de estações em subgrupos não-vazios e mutuamente exclusivos, com homogeneidade entre os indivíduos de um mesmo grupo e heterogeneidade entre os grupos (RAO, 1952; CRUZ e REGAZZI, 1997), pois existe a necessidade de que sejam explicitadas as diferenças entre os grupos formados pelas estações. Além do mais, pressupõe-se que estejam sendo estudadas estações que apresentem diferenças entre seus elementos climáticos, para que estas sejam classificadas segundo sua influência na área que pode ser ocupada com PD.

Observou-se que, nos períodos estudados, existe tendência de que, nos grupos com mais de uma estação, estas pertençam ao mesmo tipo climático (Figura 1) e com altitudes similares (Quadro 2), sendo clara a separação das estações com tipos climáticos bastante diferenciados, ou seja, aquelas com tipo climático Af (estações 20 e 29). É importante salientar que a altitude não foi variável no estudo, mas apenas os elementos climáticos.

Quadro 3 - Resultados dos elementos climáticos no período primavera/verão das estações meteorológicas do Estado do Paraná

Estação	Município	Tx	Tm	Tn	Vv	UR	PRE	INS	ETP	ETR	EXC	Período
		°C			m s ⁻¹	%	mm	h	mm	mm	mm	-
1	Apucarana*	27,8	22,2	18,2	3,05	72,04	1059	1258	595,9	595,9	462,7	01/11/64 a 30/11/97
2	Bandeirantes	30,1	23,5	18,4	3,15	69,94	895	1254	696,0	696,0	296,1	01/03/74 a 31/10/97
3	Bela Vista do Paraíso	28,9	23,3	19,0	1,18	72,36	1007	1271	647,8	647,8	358,8	01/11/71 a 30/11/97
4	Cambará	30,4	23,6	18,7	2,72	74,25	982	1216	669,6	669,6	310,2	01/03/57 a 30/11/97
5	Campo Mourão*	29,3	24,0	17,1	2,57	74,99	985	1235	695,1	695,1	289,8	01/01/61 a 31/12/78
6	Cândido Abreu	28,7	22,1	17,9	1,90	74,87	1027	1263	609,1	609,1	417,8	01/07/88 a 31/12/97
7	Cascavel (INMET)*	27,9	22,1	17,4	3,37	73,44	1094	1285	624,9	623,5	802,0	01/02/61 a 31/12/72
8	Cascavel (IAPAR)*	28,4	22,6	17,1	2,99	75,70	1426	1226	607,2	607,2	486,8	01/10/72 a 31/12/97
9	Castro	25,8	20,5	14,3	1,27	83,48	1040	989	543,3	543,3	494,6	01/01/61 a 31/12/78
10	Cerro Azul	30,5	23,2	18,6	0,35	77,86	844	970	660,7	660,7	183,9	01/04/72 a 31/12/97
11	Cianorte	29,6	23,8	19,5	2,21	71,21	1010	1300	684,1	684,1	325,7	01/10/71 a 31/12/97
12	Clevelândia	25,9	19,8	15,6	3,59	75,98	1085	1285	535,5	535,5	549,9	01/01/73 a 31/12/97
13	Cornélio Procópio*	28,3	23,4	17,6	2,08	74,79	1151	1146	650,2	649,3	467,5	01/04/60 a 31/09/77
14	Fernandes Pinheiro	26,3	19,7	15,3	0,72	80,59	922	1004	527,3	527,3	394,4	01/01/63 a 31/12/97
15	Foz do Iguaçu	31,8	25,4	18,0	0,96	76,65	1084	1288	803,0	803,0	281,5	01/12/63 a 31/12/78
16	Francisco Beltrão*	28,9	22,2	16,9	3,12	73,14	1085	1294	622,8	622,8	462,3	01/05/73 a 31/12/97
17	Guaíra	30,5	25,4	19,2	2,20	76,26	929	1299	793,4	791,8	154,2	01/02/63 a 31/12/78
18	Guarapuava (INMET)*	25,9	19,6	15,1	2,96	78,25	1069	1170	541,4	541,4	496,5	01/01/61 a 31/12/77
19	Guarapuava (IAPAR)*	25,3	20,3	14,5	2,31	78,91	1038	1109	524,2	524,2	544,5	01/09/72 a 31/10/97
20	Guaraqueçaba	28,7	23,5	19,7	0,37	83,58	1654	790	672,1	672,1	981,6	01/11/72 a 31/12/97

Continua...

Quadro 3, Cont.

Estação	Município	Tx	Tm	Tn	Vv	UR	PRE	INS	ETP	ETR	EXC	Período
		°C			m s ⁻¹	%	mm	h	mm	mm	mm	-
21	Ivaí	27,3	21,5	15,0	2,90	80,55	852	1193	581,2	581,2	271,1	01/01/61 a 31/12/78
22	Jacarezinho	31,2	25,4	18,2	0,76	74,90	1048	1255	784,1	784,1	240,2	01/01/61 a 31/12/78
23	Joaquim Távora	30,2	23,4	18,7	1,29	72,91	912	1236	661,5	661,5	250,3	01/10/71 a 31/12/97
24	Lapa*	25,5	19,4	15,7	2,90	81,45	935	1018	518,7	518,7	416,0	01/09/88 a 31/12/97
25	Laranjeiras do Sul	27,2	21,3	16,6	2,32	73,59	1091	1215	575,5	575,5	515,0	01/10/73 a 31/12/97
26	Londrina (IAPAR)*	29,3	23,3	18,5	2,54	72,16	1053	1280	708,1	708,1	413,2	01/01/76 a 31/01/98
27	Londrina (INMET)*	29,5	24,3	17,7	1,89	73,96	1121	1235	651,8	651,8	401,4	01/01/61 a 30/09/77
28	Maringá*	30,2	24,7	18,4	2,29	70,92	977	1285	735,4	735,4	232,4	01/01/61 a 31/12/78
29	Morretes	28,6	23,0	19,4	1,47	83,57	1270	815	647,2	647,2	623,0	01/01/66 a 31/10/97
30	Nova Cantu	30,1	23,5	18,7	0,54	72,30	1117	1275	670,2	670,2	446,8	01/02/76 a 31/10/97
31	Palmas	25,2	19,0	14,5	1,54	76,55	1096	1219	514,7	514,7	581,3	01/01/79 a 31/12/97
32	Palotina	31,2	24,2	19,1	2,01	75,63	948	1330	713,5	713,5	234,7	01/09/72 a 31/10/97
33	Paranavaí	30,5	24,3	19,9	2,45	70,75	938	1342	713,2	713,2	224,7	01/06/74 a 31/10/97
34	Pato Branco*	27,8	21,4	16,8	1,34	73,09	1132	1335	586,8	586,8	544,9	01/01/79 a 31/12/97
35	Pinhais	24,7	18,8	15,0	2,41	83,86	860	943	498,7	498,7	361,4	01/02/70 a 31/12/97
36	Planalto	30,1	24,2	19,4	1,45	68,93	1028	1369	715,2	715,2	312,7	01/03/73 a 31/12/97
37	Ponta Grossa*	23,1	17,5	13,8	2,99	66,97	888	1062	536,2	536,2	351,4	01/01/61 a 28/02/73
38	São Mateus do Sul	27,0	21,3	15,2	1,74	77,82	837	959	580,2	580,2	256,6	01/01/61 a 31/12/72
39	São Miguel do Iguaçu	30,7	24,4	19,6	1,53	72,53	1022	1388	734,2	734,2	287,3	01/08/82 a 28/10/97
40	Telêmaco Borba	28,1	21,3	16,7	1,81	77,42	985	1148	578,0	578,0	406,8	01/12/71 a 31/12/97
41	Toledo*	29,0	24,5	18,0	2,87	77,13	872	1342	728,7	715,0	200,6	01/08/65 a 31/12/78
42	Umuarama*	29,6	24,2	20,0	1,56	69,27	953	1342	706,9	706,9	246,3	01/11/71 a 31/12/97

Tx-Temperatura máxima, Tm-temperatura mínima, Tn-temperatura média, UR-umidade relativa, Vv-velocidade do vento a 10 m de altura, PRE-precipitação, INS-insolação, ETP-evapotranspiração potencial, ETR-evapotranspiração real e EXC-excedente hídrico. * Estações com área em PD conhecida (Quadro 1).

Fonte: adaptado de IAPAR (1996); INMET (1996) (dados fornecidos em disquetes).

Quadro 4 - Resultados dos elementos climáticos no período outono/inverno das estações meteorológicas do Estado do Paraná

Estação	Município	Tx	Tm	Tn	Vv	UR	PRE	INS	ETP	ETR	EXC	Período
		°C			m s ⁻¹	%	mm	h	mm	mm	mm	-
1	Apucarana*	24,1	18,9	14,8	3,38	66,11	612	1324	350,8	350,8	260,7	01/11/64 a 30/11/97
2	Bandeirantes	26,6	19,5	14,0	2,88	68,54	481	1279	364,3	360,9	119,8	01/03/74 a 31/10/97
3	Bela Vista do Paraíso	24,9	19,1	14,8	1,20	68,28	513	1297	559,5	358,4	154,5	01/11/71 a 30/11/97
4	Cambará	26,8	18,6	12,8	2,59	72,49	413	1293	340,8	340,2	75,3	01/03/57 a 30/11/97
5	Campo Mourão*	25,2	19,3	11,8	2,42	75,01	611	1155	354,5	354,5	256,4	01/01/61 a 31/12/78
6	Cândido Abreu	23,7	16,8	12,5	1,89	75,80	708	1229	299,4	299,4	409,0	01/07/88 a 31/12/97
7	Cascavel (INMET)*	22,7	17,0	13,0	3,75	72,51	850	1179	326,7	326,7	454,8	01/02/61 a 31/12/72
8	Cascavel (IAPAR)*	23,8	17,9	12,9	3,17	75,90	781	1116	303,8	303,8	546,1	01/10/72 a 31/12/97
9	Castro	21,8	15,8	8,5	1,10	84,81	701	997	288,9	288,9	412,6	01/01/61 a 31/12/78
10	Cerro Azul	24,7	17,3	13,0	0,24	82,94	513	773	302,0	301,9	211,6	01/04/72 a 31/12/97
11	Cianorte	25,1	19,1	14,8	2,32	69,10	639	1192	353,0	353,0	286,3	01/10/71 a 31/12/97
12	Clevelândia	20,6	14,5	10,5	3,80	75,96	891	1119	264,3	264,3	694,2	01/01/73 a 31/12/97
13	Cornélio Procópio*	25,0	19,9	14,2	2,17	69,98	455	1211	384,7	375,8	114,0	01/04/60 a 31/09/77
14	Fernandes Pinheiro	21,3	14,6	10,1	0,63	81,12	668	954	269,7	269,7	398,5	01/01/63 a 31/12/97
15	Foz do Iguaçu	25,4	19,0	12,0	1,02	82,72	840	1005	328,8	328,8	511,1	01/12/63 a 31/12/78
16	Francisco Beltrão*	23,1	16,1	10,8	2,83	75,48	947	1085	278,2	278,2	668,3	01/05/73 a 31/12/97
17	Guaíra	25,3	19,8	13,2	1,99	77,79	572	1089	358,6	358,6	197,2	01/02/63 a 31/12/78
18	Guarapuava (INMET)*	21,1	14,3	10,0	2,89	78,36	866	1135	285,7	285,7	472,5	01/01/61 a 31/12/77
19	Guarapuava (IAPAR)*	20,9	15,6	9,8	2,26	78,11	758	1090	264,5	264,5	601,9	01/09/72 a 31/10/97
20	Guaraqueçaba	23,9	18,4	14,8	0,22	86,73	743	758	329,7	329,7	412,9	01/11/72 a 31/12/97

Continua...

Quadro 4, Cont.

Estação	Município	Tx	Tm	Tn	Vv	UR	PRE	INS	ETP	ETR	EXC	Período
		°C			m s ⁻¹	%	mm	h	mm	mm	mm	-
21	Ivaí	22,6	16,1	8,8	2,38	80,84	500	1095	302,7	302,7	206,9	01/01/61 a 31/12/78
22	Jacarezinho	27,7	21,0	12,9	0,66	74,39	389	1289	410,3	404,5	8,4	01/01/61 a 31/12/78
23	Joaquim Távora	26,0	18,4	13,3	1,12	72,33	505	1209	335,4	335,4	169,1	01/10/71 a 31/12/97
24	Lapa*	20,6	14,4	10,4	2,68	82,14	676	995	266,9	266,9	409,0	01/09/88 a 31/12/97
25	Laranjeiras do Sul	22,5	16,3	11,7	2,45	72,18	896	1162	293,7	293,7	601,9	01/10/73 a 31/12/97
26	Londrina (IAPAR)*	25,0	18,6	13,4	2,38	69,96	573	1297	381,8	381,8	137,1	01/01/76 a 31/01/98
27	Londrina (INMET)*	25,8	20,1	12,8	1,67	71,45	519	1323	341,4	341,1	231,6	01/01/61 a 30/09/77
28	Maringá*	26,3	20,7	14,4	2,44	67,19	541	1135	403,2	402,8	146,8	01/01/61 a 31/12/78
29	Morretes	23,9	18,1	14,5	1,26	85,46	644	767	326,0	326,0	318,3	01/01/66 a 31/10/97
30	Nova Cantu	25,5	18,5	13,8	0,59	70,35	862	1184	335,6	335,6	526,6	01/02/76 a 31/10/97
31	Palmas	19,9	13,4	9,1	1,54	77,95	1025	1084	250,1	250,1	775,3	01/01/79 a 31/12/97
32	Palotina	25,9	18,3	13,1	2,03	76,74	713	1183	322,2	322,2	390,5	01/09/72 a 31/10/97
33	Paranavaí	26,1	19,7	15,4	2,61	67,96	554	1280	369,1	368,1	186,3	01/06/74 a 31/10/97
34	Pato Branco*	22,4	16,0	11,6	1,39	73,45	1020	1154	284,7	284,7	735,4	01/01/79 a 31/12/97
35	Pinhais	20,3	14,2	10,0	2,21	83,14	565	928	269,0	269,0	296,1	01/02/70 a 31/12/97
36	Planalto	24,4	18,6	14,2	1,60	69,69	891	1139	329,0	329,0	561,9	01/03/73 a 31/12/97
37	Ponta Grossa*	21,8	15,3	10,7	3,41	77,48	637	1057	280,0	280,0	357,3	01/01/61 a 28/02/73
38	São Mateus do Sul	21,7	15,7	9,3	1,38	81,03	579	845	278,8	278,8	300,0	01/01/61 a 31/12/72
39	São Miguel do Iguaçu	24,6	18,3	13,8	1,63	75,76	830	1099	319,9	319,9	509,7	01/08/82 a 28/10/97
40	Telêmaco Borba	23,5	15,6	10,2	1,61	80,25	643	1125	277,6	277,6	365,0	01/12/71 a 31/12/97
41	Toledo*	24,0	19,4	11,7	2,86	75,36	551	1156	349,5	342,2	165,1	01/08/65 a 31/12/78
42	Umuarama*	25,2	19,6	15,3	1,96	66,24	659	1237	363,1	363,1	295,4	01/11/71 a 31/12/97

Tx-temperatura máxima, Tm-temperatura mínima, Tn-temperatura média, UR-umidade relativa, Vv-velocidade do vento a 10 m de altura, PRE-precipitação, INS-insolação, ETP-evapotranspiração potencial, ETR-evapotranspiração real e EXC-excedente hídrico. * Estações com área em PD conhecida (Quadro 1).

Fonte: adaptado de IAPAR (1996); INMET (1996) (dados fornecidos em disquetes).

Quadro 5 - Agrupamento, de acordo com as condições climáticas no período primavera/verão, das estações meteorológicas do Estado do Paraná, segundo o método de otimização de Tocher

Grupo	Estação meteorológica*
1	
1 ^a	15, 22
1b	36, 42, 39, 11, 33, 28, 32
1c	1, 16, 25, 6
1d	13, 27
1e	4, 5, 26, 2
1f	3, 23
1g	34
1h	40
1i	41
1j	17
2	18, 19, 24, 12, 31, 9, 35, 14, 21, 38, 30
3	7, 8
4	20, 29
5	10
6	37

* Identificação no Quadro 3.

Quadro 6 - Agrupamento, de acordo com as condições climáticas no período outono/inverno, das estações meteorológicas do Estado do Paraná, segundo o método de otimização de Tocher

Grupo	Estação meteorológica*
1	11, 42, 33, 2, 26, 13, 3, 27, 28, 1, 4, 23, 5, 17, 41, 32
2	24, 35, 37, 19, 18, 40, 9, 38, 14, 21
3	36, 39, 6, 8, 25, 7, 16, 34
4	20, 29, 10
5	15
6	30
7	22
8	31
9	12

* Identificação no Quadro 4.

Foi observada a necessidade dos três primeiros componentes para explicar 86,39 e 88,27% da variação total no agrupamento das estações, nos períodos primavera/verão (Quadro 7) e outono/inverno (Quadro 8), respectivamente. O ideal é que este número deva ser atingido com os dois primeiros componentes; como isso não ocorreu, torna-se necessária a análise da dispersão dos escores em gráficos cujos eixos são os referidos componentes, conforme recomendação de CRUZ e REGAZZI (1997), pois, quando da formação dos grupos, perderam-se informações relativas às diferenças entre estes. Isso ocorre porque na formação dos grupos existe a comparação, par a par, entre indivíduos para verificação de suas similaridades ou dissimilaridades, a fim de ocuparem o mesmo grupo ou grupos diferentes.

Na análise de componente principal, o objetivo é reduzir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes, o que significa ter boa aproximação do comportamento dos indivíduos (estações), oriundos de um espaço n-dimensional, em um espaço bi ou tridimensional (CRUZ e REGAZZI, 1997). Cada componente principal é uma combinação, em que os coeficientes de ponderação associados às variáveis estudadas são obtidos pelos autovetores da matriz de correlação. Os escores dos componentes podem ser representados em gráficos de dispersão e comparados com os resultados obtidos na análise de agrupamento.

Pela avaliação dos gráficos da dispersão, para os períodos primavera/verão (Figura 2) e outono/inverno (Figura 3), percebe-se que as estações classificadas isoladamente apresentaram maiores distâncias em relação às demais, fato verificado na análise de agrupamento. Observa-se, também, que as divisões dos grupos foram apropriadas, pois, se isso não fosse feito, haveria grupos com grande heterogeneidade entre seus integrantes.

Quadro 7 - Componentes principais (CP), obtidos a partir de dados climáticos no período primavera/verão, das estações meteorológicas do Estado do Paraná

CP	Variância	Variância acumulada %	Coeficiente de ponderação associado									
			Tx	Tm	Tn	Vv	UR	PRE	INS	ETP	ETR	EXC
C1	5,2746	52,75	0,4106	0,4100	0,3721	-0,0815	-0,2316	-0,0366	0,2631	0,4125	0,4128	-0,2313
C2	2,0745	73,49	0,1178	0,1466	0,2027	-0,4053	0,3568	0,5533	-0,3641	0,0938	0,0966	0,4185
C3	1,2900	86,39	-0,0524	-0,0081	0,1071	0,4938	-0,3853	0,4764	0,3662	-0,0393	-0,0387	0,4788
C4	0,5527	91,92	0,1347	0,2153	0,0848	0,7373	0,5630	-0,0641	-0,2235	0,0750	0,0645	-0,0618
C5	0,3358	95,27	0,1384	0,0593	0,6193	0,0624	-0,3517	-0,2261	-0,4542	-0,3249	-0,3174	0,0504
C6	0,2449	97,72	0,3313	0,1596	0,1462	-0,1737	0,3935	-0,0750	0,5876	-0,3880	-0,3910	0,0639
C7	0,1187	98,91	-0,2147	-0,2130	0,2618	-0,0543	0,1681	-0,5711	0,1518	0,2370	0,2220	0,5951
C8	0,0720	99,63	-0,4347	-0,3782	0,5728	-0,0014	0,2160	0,2747	0,1929	0,0444	0,0338	-0,4213
C9	0,0368	99,99	0,6571	-0,7390	-0,0171	0,0677	0,0086	0,0550	-0,0472	0,0467	0,0984	-0,0066
C10	0,0002	100,00	-0,0289	0,0232	0,0048	0,0024	0,0095	-0,0068	0,0073	-0,7053	0,7078	0,0018

Tx-temperatura máxima, Tm-temperatura mínima, Tn-temperatura média, UR-umidade relativa, Vv-velocidade do vento a 10 m de altura, PRE-precipitação, INS-insolação, ETP- evapotranspiração potencial, ETR- evapotranspiração real e EXC-excedente hídrico.

Quadro 8 - Componentes principais (CP), obtidos a partir de dados climáticos no período outono/inverno, das estações meteorológicas do Estado do Paraná

CP	Variância	Variância acumulada %	Coeficiente de ponderação associado									
			Tx	Tm	Tn	Vv	UR	PRE	INS	ETP	ETR	EXC
C1	5,9863	59,86	0,3725	0,3823	0,3275	0,0082	-0,2790	-0,2723	0,2395	0,3857	0,3855	-0,3178
C2	1,8325	78,19	-0,1085	-0,0798	0,0199	0,5760	-0,4805	0,3120	0,4944	-0,0273	-0,0256	0,2751
C3	1,0080	88,27	0,1465	0,1868	0,3981	-0,4137	-0,0538	0,5785	-0,1473	0,0957	0,1081	0,4837
C4	0,4797	93,07	-0,0091	0,1472	0,4597	0,6456	0,1933	-0,0281	-0,5565	-0,0328	-0,0278	0,0181
C5	0,3274	96,34	0,3562	0,1162	0,3262	-0,1294	-0,1516	-0,2956	0,1685	-0,5452	-0,5415	0,0849
C6	0,2304	98,64	-0,5310	-0,3776	0,4382	-0,2422	-0,4813	-0,1397	-0,1778	0,0048	0,0103	-0,2049
C7	0,0780	99,42	0,0110	-0,4134	0,4616	0,0182	0,5821	0,1267	0,4788	0,0317	0,0510	-0,1667
C8	0,0479	99,90	-0,6335	0,5800	0,1031	-0,0646	0,2377	-0,2403	0,2775	0,0154	-0,0428	0,2326
C9	0,0090	99,99	0,1298	-0,3559	0,0189	0,0178	0,0325	-0,5587	-0,0208	0,2025	0,2079	0,6767
C10	0,0008	100,00	-0,0267	0,0301	-0,0098	-0,0010	0,0043	-0,0136	0,0080	-0,7076	0,7052	0,0052

Tx-temperatura máxima, Tm-temperatura mínima, Tn-temperatura média, UR-umidade relativa, Vv-velocidade do vento a 10 m de altura, PRE-precipitação, INS-insolação, ETP-evapotranspiração potencial, ETR-evapotranspiração real e EXC-excedente hídrico.

Na avaliação da importância das variáveis em estudo, utilizando-se os valores absolutos do coeficiente de ponderação associado a cada uma delas, nos componentes principais de menor variância, observou-se que, para o período primavera/verão (Quadro 7), as variáveis menos importantes para explicar a variabilidade das estações foram ETR (evapotranspiração real), Tm (temperatura média), Tn (temperatura mínima), EXC (excedente hídrico) e INS (insolação), pois apresentaram os maiores coeficientes nos últimos componentes. No período outono/inverno (Quadro 8), o resultado foi semelhante, devendo-se apenas considerar a Tm (temperatura média) menos importante que a Tn (temperatura mínima).

Segundo CRUZ e REGAZZI (1997), a variável que apresentar maior valor absoluto do coeficiente de ponderação no componente de menor autovalor (variância) é considerada de menor importância para explicar a variabilidade dos indivíduos (estações) até quando a variância do componente seja menor que 0,7. Considera-se que as variáveis com elevada correlação com os componentes de menor variância não explicam ou explicam muito pouco a variação total ocorrida.

Isso indica que as variáveis com maiores chances de explicar a variação ocorrida entre os grupos de estações formados foram precipitação (PRE), velocidade do vento (Vv) e evapotranspiração potencial (ETP), para os dois períodos estudados.

Consultando os dados originais (Quadros 3 e 4), notou-se que realmente as variáveis anteriores apresentaram maior variabilidade que as demais. Desse modo, essas características, para cada período, possivelmente possam explicar a maior ou menor presença de PD em um dado local.

Em estudo utilizando componentes principais e análise de agrupamento, comparativamente à classificação de Koeppen, com variáveis climáticas de estações meteorológicas do Estado de São Paulo, HERRERA et al. (1997) relataram resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, ou seja, a tendência de formação de grupos com estações que pertenciam ao mesmo tipo climático.

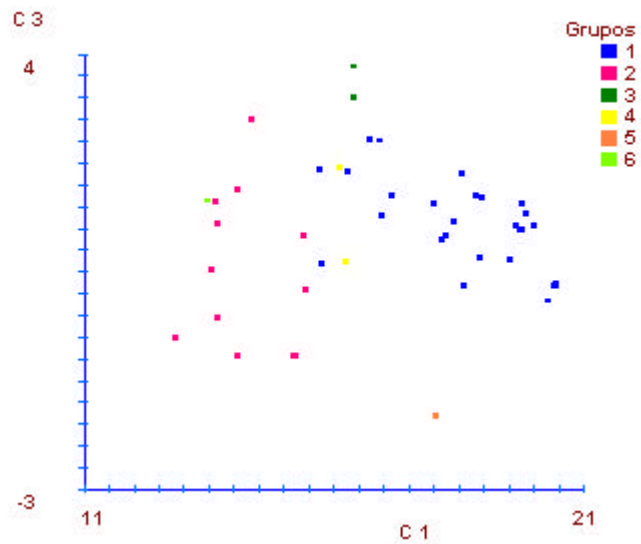
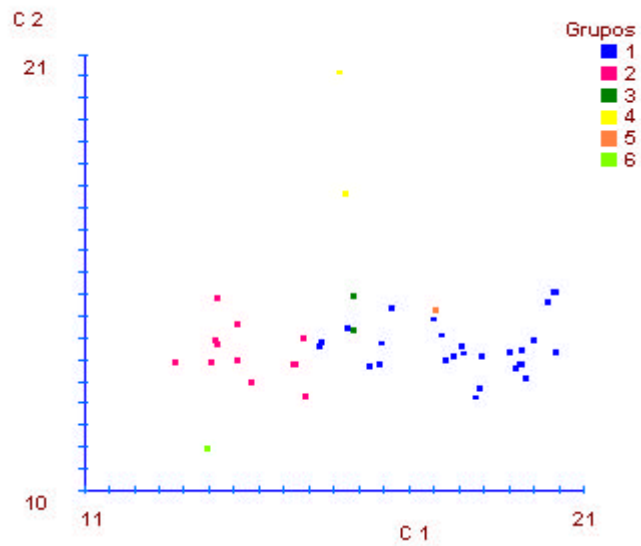


Figura 2 - Dispersão gráfica entre os escores dos componentes principais C1 e C2, e C1 e C3, obtidos em relação às variáveis climáticas das estações meteorológicas do Estado do Paraná para o período primavera/verão e caracterização de grupos similares estabelecidos pelo método de Tocher.

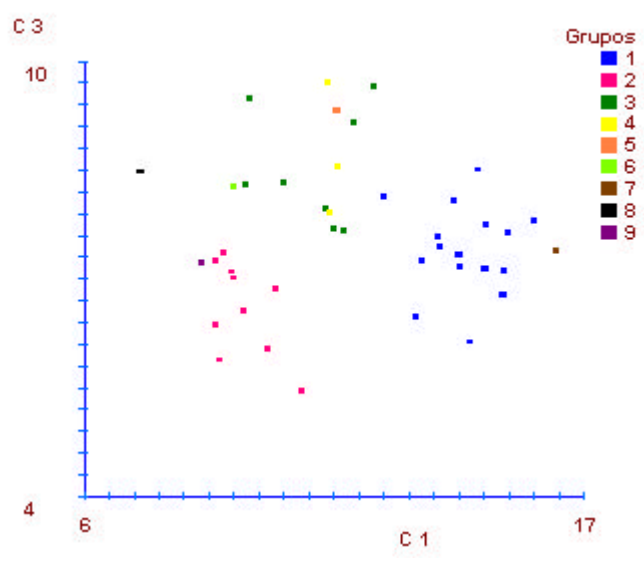
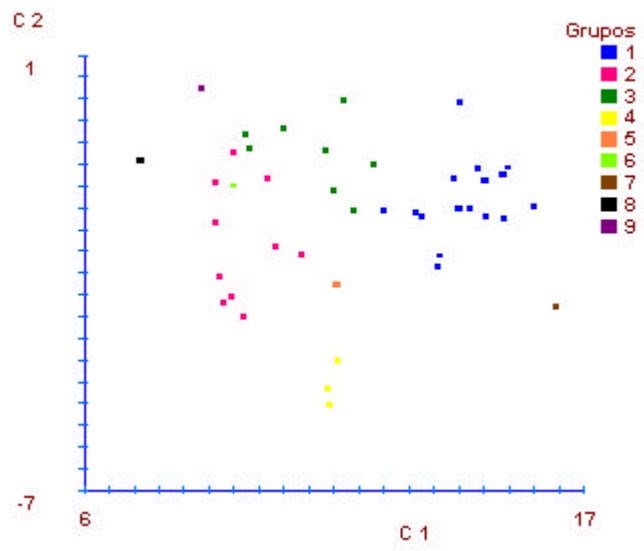


Figura 3 - Dispersão gráfica entre os escores dos componentes principais C1 e C2, e C1 e C3, obtidos em relação às variáveis climáticas das estações meteorológicas do Estado do Paraná para o período outono/inverno e caracterização de grupos similares estabelecidos pelo método de Tocher.

Por outro lado, ASPIAZÚ et al. (1990), analisando a aplicação de componentes principais na classificação climática do Estado de Minas Gerais, obtiveram classificação climática um pouco diferente da de Koeppen, atribuindo isso ao maior número de variáveis no estudo (15), enquanto o outro método usa basicamente a temperatura e a precipitação, o que permitiu maior discriminação dos grupos climáticos. No entanto, de toda forma, houve coincidências em algumas regiões do estado.

4.1.2. Discriminação das localidades por meio da aptidão ao plantio direto

Os resultados da análise de agrupamento e componente principal são importantes para a análise discriminante, pois esta considera informações de indivíduos sabidamente pertencentes a populações diferentes.

Para realizar a análise discriminante, os locais sob influência das estações meteorológicas, das quais se conhecia a área ocupada com PD, foram classificados em três populações, segundo o critério da área percentual do local ocupada com PD. As populações 1 (POP1), 2 (POP2) e 3 (POP3) apresentavam de 0 a 5%, 5 a 20% e mais que 20%, respectivamente, da área sob influência da estação, em relação ao total do estado, manejadas em PD. A POP1 foi representada pelas estações 1, 13, 16, 24, 26, 27, 34 e 42 no período primavera/verão e, no período outono/inverno, além das citadas, incluiu-se a estação 28; a POP2 foi representada pelas estações 5, 7, 8, 18, 19, 28 e 41 no período primavera/verão e, no período outono/inverno, por 7, 8, 18, 19, e 41; e a POP3 foi representada pela estação 37 no período primavera/verão e pelas estações 5 e 37 no outono/inverno. A identificação das estações é apresentada no Quadro 2, e as médias dos resultados das variáveis climáticas, nos Quadros 3 e 4, respectivamente, para os períodos primavera/verão e outono/inverno.

Utilizando-se as médias de cada população e a matriz de variâncias e covariâncias entre as médias das populações, obtiveram-se as equações discriminantes para os períodos primavera/verão (Quadro 9) e outono/inverno (Quadro 10). Cada equação é uma combinação linear das dez variáveis climáticas, existindo tantas equações quanto for o número de populações avaliadas (três, no presente caso). Segundo ANDERSON (1958), as equações discriminantes, uma vez estimadas, passam a ser de grande utilidade, por permitirem classificar novos indivíduos, de comportamento desconhecido, nas populações já conhecidas.

Como se tratou da classificação de estações em que se conhecia previamente a população a que pertence, é possível avaliar a adequação das funções discriminantes obtidas. Assim, verificou-se que, para o período primavera/verão, a taxa de erro aparente dada pela relação entre o número de estações classificadas erradamente e o número total de estações classificadas foi de 6,25%, isto é, das 16 estações utilizadas, uma foi classificada erradamente, de acordo com a área percentual da localidade manejada em PD, em relação ao total do Paraná; a estação 26, classificada como POP1, deveria ser POP2.

No outono/inverno, a taxa de erro aparente foi de 18,75%, isto é, das 16 estações utilizadas, três foram classificadas erradamente. As estações 16, 24 e 28, classificadas como POP1, deveriam ser classificadas como POP3. Como a classificação foi baseada na área ocupada com PD e as equações discriminantes são combinações de variáveis climáticas, isso sugere que, no período primavera/verão, a estação 26 apresenta condições propícias ao incremento da área com PD e, para o outono/inverno, as condições dadas pelas variáveis climáticas são propícias ao incremento da área com PD nas estações 16, 24 e 28.

Quadro 9 - Funções discriminantes de estações meteorológicas no Estado do Paraná, obtidas em função de dez variáveis climáticas, no período primavera/verão

Descrição	D1 (x)	D2(x)	D3 (x)
Constante	-1028,1499	-1065,5727	-933,6539
Tx (°C)	-91,6180	-96,1452	-93,3499
Tn (°C)	7,4591	9,8675	7,7629
Tm (°C)	18,5359	17,5937	17,1622
Vv (m s ⁻¹)	28,8941	30,9199	29,8355
UR (%)	25,2174	25,7991	24,4891
PRE (mm)	0,1357	0,1409	0,1405
INS (h)	0,9548	0,9891	0,9493
ETP (mm)	-20,6652	-21,2628	-20,4543
ETR (mm)	22,1944	22,8429	22,0129
EXC (mm)	-0,1430	-0,1455	-0,1459

D1(x), D2(x) e D3(x)-funções discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%). Tx = temperatura máxima; Tn = temperatura média; Tm = temperatura mínima; Vv = velocidade do vento a 10 m de altura; UR = umidade relativa; PRE = precipitação; INS = insolação; ETP = evapotranspiração potencial; ETR = evapotranspiração real; EXC = excedente hídrico.

Quadro 10 - Funções discriminantes de estações meteorológicas no Estado do Paraná, obtidas em função de dez variáveis climáticas, no período outono/inverno

Descrição	D1 (x)	D2(x)	D3 (x)
Constante	-5291,6412	-5336,0848	-5274,5816
Tx (°C)	56,9529	54,2855	57,6138
Tn (°C)	-75,5008	-72,9521	-75,1712
Tm (°C)	101,3330	100,8921	99,9810
Vv (m s ⁻¹)	25,0751	26,7275	26,6646
UR (%)	77,5741	77,9996	77,4612
PRE (mm)	-0,6649	-0,6583	-0,6674
INS (h)	1,2755	1,2847	1,2672
ETP (mm)	7,0175	6,9237	6,7304
ETR (mm)	-0,7908	-0,6507	-0,5197
EXC (mm)	1,3968	1,4010	1,3923

D1(x), D2(x) e D3(x)-funções discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%). Tx = temperatura máxima; Tn = temperatura média; Tm = temperatura mínima; Vv = velocidade do vento a 10 m de altura; UR = umidade relativa; PRE = precipitação; INS = insolação; ETP = evapotranspiração potencial; ETR = evapotranspiração real; EXC = excedente hídrico.

Com as funções discriminantes calculadas, foi obtido, para cada estação onde não se conhecia a área com PD, o valor discriminante para os períodos primavera/verão (Quadro 11) e outono/inverno (Quadro 12). Cada estação possui valor diferente para as populações 1, 2 e 3, devendo ela ser alocada na população que apresentou o maior valor. Por exemplo, a estação 2, para o período primavera/verão, possui os valores discriminantes 928,2593; 923,3107; e 921,5065 para as populações 1, 2 e 3, respectivamente. O maior valor obtido é o que corresponde à população 1. Essa estação deve ser classificada nessa população; a classificação das demais estações também obedeceu a esse critério.

Na classificação das estações onde não se conhecia a área com PD, pelas equações discriminantes obtiveram-se, para o período primavera/verão, 21 estações classificadas como população 1 (área com PD até 5% do total do estado), cinco como população 2 (área de 5 a 20%) e nenhuma como população 3 (área maior que 20%) (Quadro 11). No outono/inverno foram obtidas 17 estações como população 1, três como população 2 e seis como população 3 (Quadro 12). Salienta-se o grande incremento de estações que podem ter área ocupada com PD acima de 20% (população 3) nesse período.

Observou-se que, no período primavera/verão das estações classificadas como população 2, duas estão sob influência do tipo climático Cfa (estações 17 e 30) (Figura 4) e três sob o tipo climático Cfb (estações 12, 21 e 31) (Figura 5). No tipo climático Cfb, as temperaturas são menores, o que, possivelmente, favorece a implantação do PD, devido à maior permanência dos resíduos culturais na superfície do solo, fato altamente favorável à viabilização do PD (SALTON et al., 2001). Segundo NYHAN (1976), nessas condições, além da maior cobertura do solo pelos resíduos, sua decomposição pelos microrganismos do solo é mais lenta, com aumento mais expressivo do teor de matéria orgânica do solo do que nos locais onde as temperaturas são mais elevadas. Em temperaturas entre 35 e 40°C e com água retida a baixas tensões, a decomposição dos resíduos culturais é mais rápida.

Quadro 11 - Valor discriminante e classificação de estações meteorológicas do Estado do Paraná, a partir de funções discriminantes estabelecidas pela combinação linear de dez variáveis climáticas, no período primavera/verão

Estação*	POP1	POP2	POP3	Classificação
2	928,2593	923,3107	921,5065	1
3	996,9617	992,1770	986,5317	1
4	932,2368	925,1103	920,7921	1
6	1001,6987	996,9370	990,5534	1
9	1016,2723	1014,8826	1007,1047	1
10	695,4507	675,1866	679,8593	1
11	1034,3815	1031,6249	1025,0518	1
12	1166,7515	1172,0936	1161,2259	2
14	879,5891	869,5234	868,6253	1
15	1110,7916	1110,2473	1099,1505	1
17	1231,9373	1236,5255	1221,8035	2
20	869,4155	856,8578	854,1510	1
21	1126,2453	1129,7009	1117,1298	2
22	1054,4141	1052,4248	1044,0486	1
23	880,7736	870,4354	868,6600	1
25	980,0333	977,6816	973,4427	1
29	886,5829	874,3368	871,1277	1
30	1319,0704	1327,5332	1318,2215	2
31	1062,0504	1062,2632	1056,2415	2
32	1068,1986	1064,0238	1053,9912	1
33	1048,4854	1045,4290	1038,2507	1
35	1040,2191	1036,9495	1030,6501	1
36	1031,9464	1029,1363	1023,5774	1
38	829,5314	821,5105	822,7048	1
39	1124,9994	1123,7834	1113,3178	1
40	919,9578	912,7141	909,2440	1

* Identificação no Quadro 3.

POP1, POP2, POP3-valores discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%).

Quadro 12 - Valor discriminante e classificação de estações meteorológicas do Estado do Paraná, a partir de funções discriminantes estabelecidas pela combinação linear de dez variáveis climáticas, no período outono/inverno

Estação	POP1	POP2	POP3	Classificação
2	5306,7906	5300,7437	5306,6179	1
3	5276,1779	5271,0184	5271,3817	1
4	5417,3093	5408,8990	5419,1097	3
6	5521,9208	5518,2815	5519,0715	1
9	5403,3400	5403,9560	5404,2056	3
10	5392,5378	5381,3535	5391,5521	1
11	5306,3160	5303,0555	5303,6667	1
12	5284,3813	5287,2454	5284,2082	2
14	5160,2551	5154,5763	5158,6930	1
15	5868,4841	5868,2842	5866,5757	1
17	5597,0868	5597,2603	5596,7840	2
20	6023,1169	6021,1544	6017,2626	1
21	5240,8005	5239,8309	5244,6799	3
22	5747,4078	5742,1757	5745,1620	1
23	5309,6159	5300,3521	5308,1398	1
25	5164,2515	5163,6297	5162,0814	1
29	5855,9520	5853,7140	5852,8493	1
30	5363,3203	5366,0808	5359,9562	2
31	5178,3163	5178,1603	5175,1946	1
32	5723,0189	5718,3392	5721,5358	1
33	5423,8953	5419,6139	5421,3913	1
35	5210,8181	5208,8663	5211,7858	3
36	5273,5944	5271,2678	5268,9075	1
38	4872,7934	4868,7571	4875,5624	3
39	5596,3089	5594,2782	5592,3859	1
40	5416,3342	5410,1455	5416,6963	3

* Identificação no Quadro 4.

POP1, POP2, POP3-valores discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%).



Figura 4 – Descrição do padrão de similaridade obtido a partir de análise discriminante de variáveis climáticas que caracterizam as populações 1, 2 e 3, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%), no período primavera/verão.

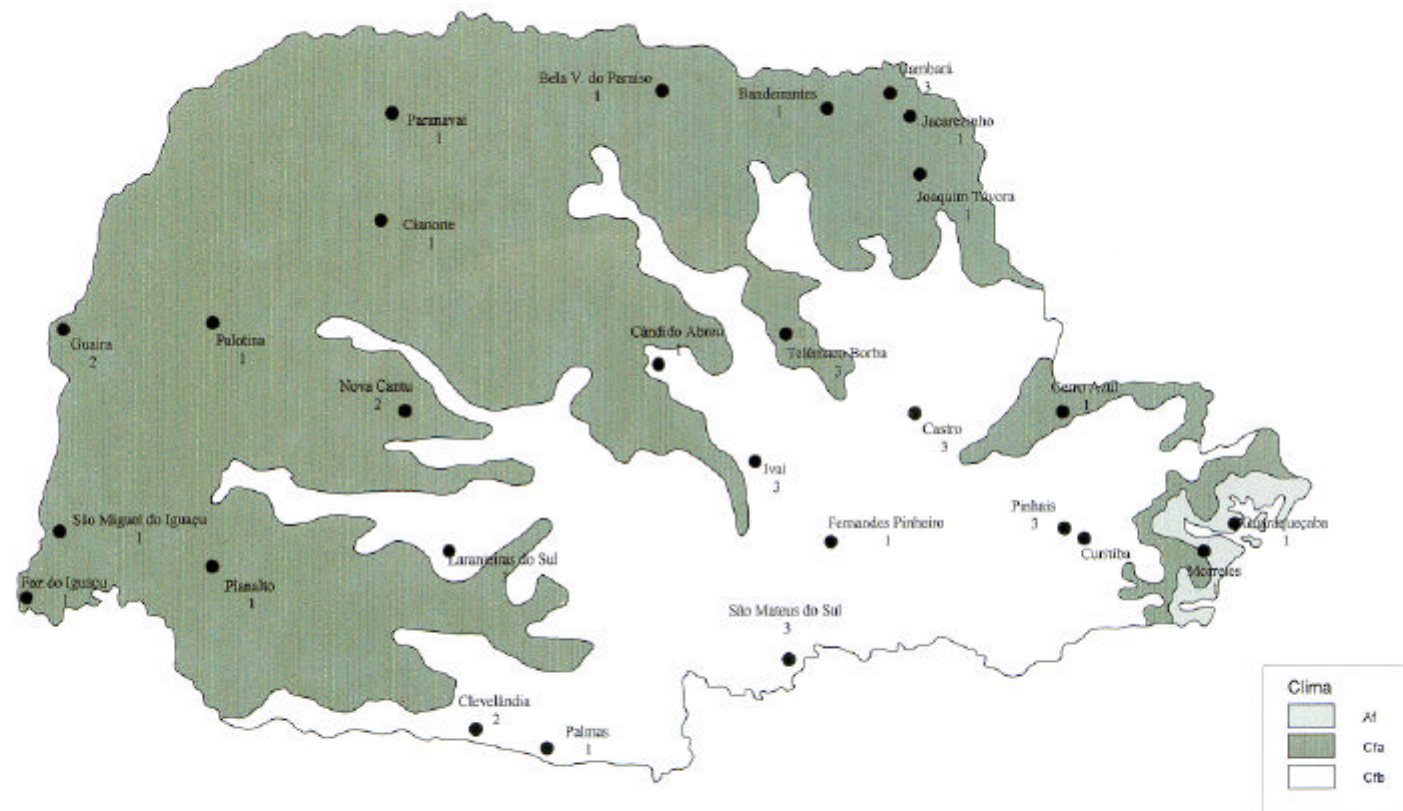


Figura 5 – Descrição do padrão de similaridade obtido a partir de análise discriminante de variáveis climáticas que caracterizam as populações 1, 2 e 3, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%), no período outono/inverno.

Para as estações 17 e 30, sob influência do tipo climático Cfa, os resultados parecem contraditórios, pois nesse caso as temperaturas são mais elevadas, o que favoreceria a decomposição mais rápida dos resíduos vegetais.

O aumento do teor de matéria orgânica no solo ocorre quando se utiliza PD em várias condições climáticas e de solo (PACKER et al., 1992; EGHBALL et al., 1994), porém estudos realizados em regiões de clima quente e úmido, como nas condições tropicais, relatam não haver acúmulo significativo de carbono orgânico até a profundidade de 20 cm em várias classes de solos (ANGERS et al., 1993; ANGERS et al., 1995).

Mesmo em clima tropical, existem regiões com condições microclimáticas diferenciadas - apresentam menores temperaturas -, onde pode ocorrer, em condições de PD, rápido aumento do teor de matéria orgânica no solo. MUZILLI (1981) e SÁ (1995) apresentaram resultados mostrando que na região centro-sul do Paraná os teores de carbono orgânico em solos sob PD são maiores que na região norte do estado. Pode-se dizer que a razão principal é a diferença climática existente nessas duas regiões: no centro-sul as temperaturas são menores.

No período outono/inverno, das seis estações classificadas como população 3, quatro estão sob influência do tipo climático Cfb e as outras sob Cfa. Salienta-se que, na classificação das estações com área de PD conhecida, havia duas estações classificadas como população 3, uma sob tipo climático Cfb e a outra sob Cfa. Nesse período, mesmo no tipo climático Cfa, as temperaturas são mais amenas e a precipitação é menor, o que deve favorecer a implantação do PD. Entretanto, observou-se que a área total plantada foi a metade da área do verão, devendo isso, provavelmente, estar relacionado com a falta de culturas adaptadas às condições de inverno, principalmente porque a região sob influência do tipo climático Cfb é associada à ocorrência de geadas. Apesar disso, notou-se que a maioria das estações sob tipo climático Cfa tende a ter maior área relativa em PD no período outono/inverno que no primavera/verão, e o inverso aconteceu com as estações sob tipo climático Cfb (Figura 6).

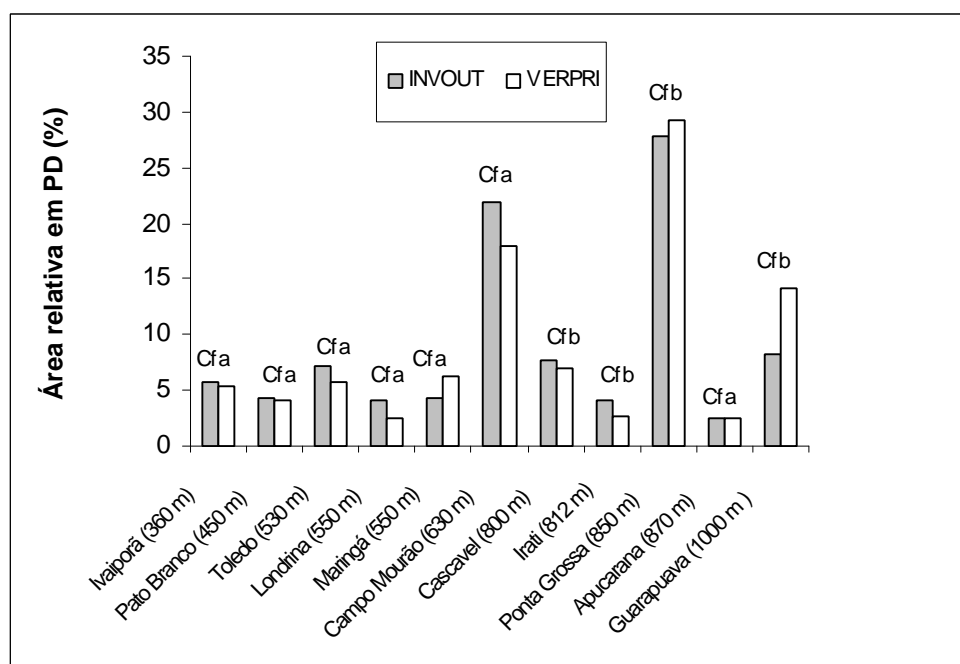


Figura 6 - Área relativa em plantio direto de alguns municípios do Paraná no período primavera/verão (VERPRI) e outono/inverno (INVOUT), nos tipos climáticos Cfa e Cfb.

4.2. Avaliação por meio de características de perfis de solos

4.2.1. Diversidade entre perfis

Para cada estação foi escolhida a classe de solo predominante em sua região de influência, com base no mapa de levantamento e reconhecimento de solos do Estado do Paraná (EMBRAPA, 1984).

Observou-se a existência de várias classes de solos, em altitudes iguais ou semelhantes à da estação correspondente; de diversos materiais de origem, havendo predomínio do basalto; e de tipos de relevo, predominando o suave ondulado (Quadro 13).

Quadro 13 - Localização, altitude e características da camada superficial de perfis de diferentes classes de solos do Estado do Paraná

Perfil N ^o	Município	Argila	T	V	C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ki	Kr	MO ^I	REL ^{II}	Classe de solo	CT	GT	INT	Altitude
		%	cmol _c kg ⁻¹	%							%			m			
1	Bandeirantes	51	18,6	85	1,74	16,6	12,8	31,6	2,20	0,86	5	3	Tee	23,91	11,95	10,74	440
2	Bela V. do Paraíso	66	7,2	20	0,81	21,3	20,0	20,1	1,81	1,10	5	3	LRa	45,15	7,71	10,64	630
3	Cambará	68	11,4	66	1,45	21,9	19,7	27,3	1,89	1,00	5	2	LRe	43,67	5,94	10,69	450
4	Cândido Abreu	12	6,8	54	1,34	5,6	3,1	1,8	3,07	2,24	8	2	PVa	6,57	3,24	9,70	600
5	Castro	55	16,1	58	2,61	17,7	19,6	21,0	1,53	0,91	3	3	PVd	38,06	27,32	10,84	1.000
6	Cerro Azul	26	10,7	80	1,66	10,5	6,1	5,9	2,93	1,81	7	4	PVe	13,83	1,91	9,91	200
7	Cianorte	10	6,3	62	1,18	5,6	4,6	2,0	2,07	1,62	2	2	LEa	10,92	1,03	10,27	490
8	Clevelândia	69	25,3	11	5,02	23,5	23,2	18,2	1,72	1,15	5	2	LRa	50,54	8,71	10,59	950
9	Fernandes Pinheiro	70	22,0	11	3,47	20,6	22,9	12,6	1,53	1,13	4	2	TBSa	44,30	16,78	10,58	810
10	Foz do Iguaçu	74	16,2	52	2,49	24,1	23,0	22,9	1,78	1,09	5	2	LRd	51,83	1,11	10,63	400
11	Guaíra	27	18,3	90	1,96	16,0	11,0	30,9	2,47	0,88	5	3	TEe	22,22	1,48	10,68	400
12	Guaraqueçaba	29	10,7	19	2,76	10,1	9,6	3,5	1,79	1,45	1	4	PVa	21,72	5,37	10,40	30
13	Ivaí	68	17,4	10	3,29	16,7	23,3	9,3	1,22	0,97	4	2	LEa	35,91	8,66	10,59	650
14	Jacarezinho	15	9,8	53	1,58	6,3	4,1	2,4	2,61	1,90	6	2	PVe	8,80	3,99	9,94	550
15	Joaquim Távora	44	44,7	94	1,58	26,7	15,0	23,9	3,03	1,50	6	3	Re	25,74	30,96	10,04	650
16	Laranjeiras do Sul	57	22,9	58	2,88	20,0	29,5	29,5	2,37	1,03	5	4	LBe	43,01	37,98	10,94	900
17	Morretes	39	10,6	10	1,96	14,4	14,5	5,8	1,69	1,34	1	3	LVa	30,97	8,26	10,44	90
18	Nova Cantu	28	49,0	94	3,46	29,4	9,6	16,8	5,14	2,46	5	4	Re	17,42	15,10	9,26	540
19	Palmas	65	26,6	7	5,89	24,8	21,5	8,7	1,96	1,56	5	2	TBa	49,73	11,89	10,27	1.100
20	Palotina	68	11,4	66	1,45	21,9	19,7	27,3	1,89	1,00	5	2	LRe	43,67	5,94	10,69	450

Continua...

Quadro 13, Cont.

Perfil N ^o	Município	Argila	T	V	C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ki	Kr	MO	REL	Classe de solo	CT	GT	INT	Altitude
		%	cmol _c kg ⁻¹	%						%						m	
21	Paranavaí	11	6,1	100	1,05	3,8	3,5	1,6	1,85	1,43	2	2	LEd	8,17	0,68	10,47	380
22	Pinhais	39	13,2	38	2,07	10,7	13,5	4,9	1,35	1,09	6	2	Ca	23,01	7,13	10,55	900
23	Planalto	27	18,3	90	1,96	16,0	11,0	30,9	2,47	0,88	5	3	TEe	22,22	1,48	10,68	400
24	São Mateus do Sul	69	21,6	9	4,84	14,1	23,4	9,9	1,02	0,81	6	2	LEa	30,32	13,4	10,71	800
25	São Miguel do Iguaçú	74	14,3	80	1,84	23,7	19,8	21,1	2,04	1,21	5	2	TEe	46,24	1,02	10,50	200
26	Telêmaco Borba	35	9,3	33	0,63	13,4	8,5	2,4	2,69	2,28	6	2	PVa	19,94	3,99	9,70	850
27	Apucarana*	73	14,1	72	1,96	18,7	24,5	26,2	1,30	0,77	5	2	LRd	40,22	9,96	10,85	630
28	Campo Mourão*	81	11,1	3	2,23	15,6	27,1	21,4	0,98	0,65	5	1	LRa	33,55	8,19	10,87	600
29	Cascavel-INMET*	67	19,8	14	3,55	10,4	26,3	23,3	0,80	0,51	5	2	LRd	22,37	1,13	11,02	800
30	Cascavel-IAPAR*	66	7,2	20	0,81	21,3	20,0	20,1	1,81	1,10	5	2	LRa	45,15	7,71	10,64	630
31	Cornélio Procópio*	45	19,3	78	2,18	19,1	17,3	34,9	1,88	0,82	5	3	TEe	36,53	5,22	10,86	730
32	Francisco Beltrão*	65	13,8	59	1,35	19,8	16,2	31,7	2,08	1,27	5	2	TEe	35,24	1,52	10,72	500
33	Guarapuava-INMET*	73	22,8	8	3,23	28,2	26,2	12,1	1,83	1,41	5	3	TBa	59,94	16,16	10,41	1.000
34	Guarapuava-IAPAR*	75	18,7	6	3,67	18,9	21,9	24,9	1,47	0,85	5	2	LBa	40,65	22,06	10,86	1.080
35	Lapa*	35	9,3	33	0,63	13,4	8,5	2,4	2,69	2,28	6	2	PVa	19,94	3,99	9,70	850
36	Londrina-IAPAR*	77	22,1	33	2,28	23,5	23,7	25,6	1,69	1,00	5	2	LRd	50,54	9,74	10,72	470
37	Londrina-INMET*	48	14,6	79	2,25	21,2	22,7	30,3	1,59	0,84	5	2	LRe	45,59	4,55	10,83	560
38	Maringá*	74	13,8	45	1,84	19,1	45,0	30,3	0,73	0,51	5	2	TEe	41,08	1,45	10,91	460
39	Pato Branco*	68	20,2	10	3,70	22,1	29,6	11,2	1,27	1,02	5	2	LRa	47,53	10,29	10,55	700
40	Ponta Grossa*	23	14,7	100	2,43	10,0	9,5	4,9	1,79	1,35	7	3	PVe	21,23	7,13	10,48	980
41	Toledo*	82	16,0	23	2,65	28,2	30,5	12,9	1,57	1,24	5	1	LRa	60,65	0,54	10,48	600
42	Umuarama*	11	6,1	100	1,05	3,8	3,5	1,6	1,85	1,43	2	2	LEd	8,17	0,88	10,39	380

T-CTC total, V-saturação por bases, MO- material de origem (1 = granito; 2 = arenito; 3 = sedimento argilo-calcário; 4 = sedimentos argilosos e argilito; 5 = basalto; 6 = folhelhos e siltitos; 7 = calcário; 8 = arenito + basalto), REL- relevo (1 = plano; 2 = suave ondulado; 3 = ondulado; 4 = forte ondulado), CT-teor de caulinita, GT-teor de goethita, INT-índice de intemperismo.

*perfis em locais com área em PD conhecida (vide Quadro 1).

Fonte: EMBRAPA (1984).

Pelos resultados da análise de agrupamento (Quadro 14), observou-se que a separação dos grupos obedeceu a um padrão de relação com teor de argila, T, CT, material de origem e relevo, principalmente.

Os grupos formados pelos perfis, utilizando-se como medida de dissimilaridade a distância euclidiana média, foram estabelecidos pelo método de Tocher. Inicialmente foram formados quatro grupos, sendo o grupo 1 formado por 30 perfis, o grupo 2 por nove, o grupo 3 por dois e o grupo 4 por um perfil. Posteriormente, foi realizada uma divisão do grupo 1, que resultou na formação de oito subgrupos (Quadro 14).

O subgrupo 1a foi constituído de perfis de solos argilosos, predominando como material de origem o basalto, em relevo suave ondulado e com altos teores de caulinita, sendo predominantemente os Latossolos Roxos; o subgrupo 1b foi constituído por Terra Roxa de textura média; o subgrupo 1c, por solos argilosos com altos teores de caulinita, álicos e predominando o basalto como material de origem; o 1d foi formado por dois perfis, sendo um de Latossolo Roxo e o outro de Terra Roxa, ambos argilosos; e os subgrupos 1e, 1f, 1g e 1h foram formados apenas por um perfil cada.

No grupo 2 estão os solos de textura mais arenosa, tendo diversos materiais de origem e baixos teores de caulinita, formado basicamente por Podzólicos, e os Latossolos presentes têm como material de origem o arenito. No grupo 3 estão solos menos intemperizados, argilosos e em relevo mais acidentado. O grupo 4 foi formado por um perfil de solo semelhante ao do grupo anterior, porém com textura média.

Na análise dos componentes principais, foi necessária a utilização dos três primeiros componentes para explicar 73,0% da variação total ocorrida nos perfis de solo (Quadro 15); pela análise da dispersão gráfica entre os componentes C1 e C2, e C1 e C3 (Figura 7), observou-se a existência de homogeneidade nos grupos formados, isto é, os perfis de solo dentro de cada grupo apresentam alta semelhança e heterogeneidade entre os grupos, podendo-se considerar satisfatória a separação dos grupos

realizada pela análise de agrupamento. Também, pode ser observado que, nos primeiros componentes, as variáveis com maior valor absoluto do coeficiente de ponderação foram teor de argila, T, V e material de origem, o que, em parte, está de acordo com a tendência observada na análise de agrupamento, que teve teor de argila, T, CT, relevo e material de origem como fatores importantes na separação dos grupos.

O teor de argila no solo é uma característica importante no seu manejo, pois sob PD têm sido relatados problemas de compactação da camada superficial dos solos, principalmente daqueles mais argilosos (BARTZ, 1993), quando trabalhados com máquinas em umidade acima do ponto de friabilidade; quando é alta a quantidade de resíduos culturais na superfície do solo, ocorre aumento da retenção de água (MUZZILI, 1985; SALTON e MIELNICZUK, 1995), e isto está relacionado com a suscetibilidade à compactação e a estabilidade dos agregados do solo.

Quadro 14 - Agrupamento de perfis de solos do Estado do Paraná, pelo método de otimização de Tocher

Grupo	Perfil de solo*
1	
1a	3, 20, 32, 25, 10, 37, 27, 36, 30, 2, 31, 1, 13, 9, 39, 34, 28
1b	11, 23, 40
1c	8, 19, 33, 24
1d	29, 38
1e	41
1f	22
1g	5
1h	17
2	26, 35, 14, 4, 6, 7, 42, 21, 12
3	15, 16
4	18

* Identificação no Quadro 13.

Quadro 15 - Componentes principais (CP) obtidos a partir de características de perfis do solo do Estado do Paraná

CP	Variância	Variância acumulada (%)	Coeficiente de ponderação associado													
			Argila	T	V	C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ki	Kr	MO	REL	CT	GT	INT
C1	5,6115	40,08	-0,3928	-0,0967	0,2095	-0,2114	-0,2752	-0,3911	-0,2551	0,2771	0,3294	-0,0027	0,1267	-0,3681	-0,1239	-0,3191
C2	2,8662	60,56	0,0289	0,5130	0,0931	0,2006	0,3612	0,0182	0,1211	0,4033	0,2065	0,1904	0,3215	0,0898	0,3576	-0,2465
C3	1,7426	73,00	-0,1249	0,0032	0,5502	-0,3044	-0,0270	-0,0519	0,5091	0,0519	-0,3260	-0,0800	0,3023	-0,1035	0,0429	0,3274
C4	1,3322	82,52	0,1654	-0,1135	0,1621	-0,3552	0,2257	0,0554	0,2110	0,1610	0,1245	0,5882	-0,3747	0,1374	-0,3698	-0,1591
C5	0,7879	88,15	-0,1054	0,1557	0,0404	0,3762	-0,3775	-0,0004	-0,0022	-0,1649	-0,2129	0,6687	-0,0730	-0,3424	0,1402	0,1307
C6	0,6030	92,45	0,0994	-0,3683	-0,2654	-0,4811	-0,0994	0,0657	-0,0664	-0,0512	0,0908	0,2717	0,2442	0,0618	0,6206	0,0235
C7	0,4247	95,49	-0,0079	-0,2604	-0,2369	0,1906	0,0139	0,0531	0,0282	0,0230	-0,0178	0,2257	0,7175	0,1416	-0,4988	0,0220
C8	0,2386	97,19	0,1047	0,2262	-0,6008	-0,2074	-0,1129	0,0440	0,4512	0,2052	-0,0733	-0,1243	-0,0392	-0,4777	-0,1264	-0,0836
C9	0,1898	98,55	-0,0195	0,2684	0,1874	-0,2834	-0,0492	0,7258	-0,2933	-0,2249	-0,0382	-0,295	0,1673	-0,2098	-0,1294	-0,2350
C10	0,0961	99,23	-0,2177	-0,4094	0,0892	0,3276	-0,2133	0,5313	0,3166	0,3301	0,2936	-0,1057	-0,1476	0,0103	0,1155	-0,0115
C11	0,0650	99,70	0,8415	-0,1620	0,2848	0,1527	-0,1764	-0,0623	-0,0577	0,1028	0,0953	-0,0939	0,1046	-0,2779	0,0064	-0,0783
C12	0,0240	99,87	-0,0393	-0,2417	-0,0342	0,0355	0,2212	0,0823	-0,3389	0,5317	-0,6727	0,0079	-0,0793	-0,1225	0,0518	-0,0882
C13	0,0146	99,97	-0,0831	-0,2821	0,0628	0,1649	0,2626	-0,1001	0,3028	-0,4385	-0,1915	-0,0376	0,0234	-0,1557	0,1254	-0,664
C14	0,0038	100,00	-0,0741	-0,1785	-0,0061	0,0668	0,6163	0,0464	-0,1076	-0,1198	0,2862	0,0412	0,0006	-0,5449	0,0060	0,4119

T-CTC total, V-saturação por bases, MO- material de origem, REL- relevo, CT-teor de caulinita, GT-teor de goethita, INT-índice de intemperismo.

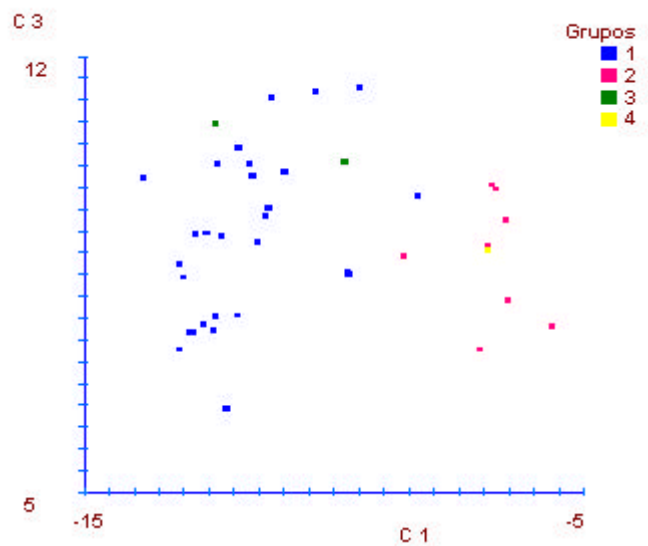
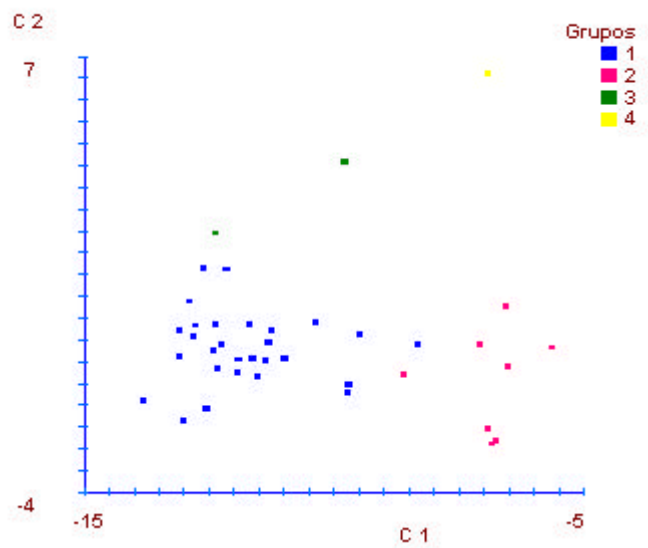


Figura 7 - Dispersão gráfica entre os escores dos componentes principais C1 e C2, e C1 e C3, obtidos em relação às características de perfis de solos do Estado do Paraná e caracterização de grupos similares estabelecidos pelo método de Tocher.

Desse modo, CARPENEDO e MIELNICZUK (1990), estudando o estado de agregação em Latossolos Roxos sob diferentes sistemas de manejo, afirmaram que em PD os agregados do solo foram mais estáveis que em preparo convencional, mas os agregados, nos dois casos, apresentaram-se compactados e com predomínio de microporos, o que foi atribuído à compressão de máquinas.

4.2.2. Discriminação das localidades por meio da aptidão ao plantio direto

Como a análise de agrupamento e de componente principal mostrou haver diferenças entre os perfis estudados, pôde-se classificá-los em populações diferentes, utilizando-se a análise discriminante. Para essa análise foram selecionados 16 perfis de solos, dos 42 utilizados na análise de agrupamento (Quadro 13), sendo eles os de número 27 a 42. Essa seleção obedeceu ao seguinte critério: os perfis deveriam estar em locais onde era conhecida a área ocupada com PD. A partir disso, os perfis foram separados em três populações, utilizando-se o mesmo critério da análise das estações meteorológicas, ou seja, a área ocupada com PD nos períodos primavera/verão e outono/inverno.

As funções discriminantes calculadas com as características de perfis de solo no período primavera/verão (Quadro 16) e outono/inverno (Quadro 17) apresentaram taxa de erro aparente igual a 0,0%, ou seja, dos 16 perfis previamente classificados, não houve necessidade de se reclassificá-los. Assim, as equações discriminantes podem ser consideradas eficientes para indicar a área a ser utilizada com PD, conhecendo-se as características de perfis dos solos da região ou do local.

Com o uso das funções discriminantes, obtiveram-se para cada perfil de solo, onde não se conhecia a área ocupada com PD, o valor discriminante e a posterior classificação destes para os períodos primavera/verão (Quadro 18) e outono/inverno (Quadro 19).

Quadro 16 - Funções discriminantes de perfis de solo, obtidas em função de características de perfis de solos, classificados de acordo com a área de plantio direto no período primavera/verão

Descrição	D1 (x)	D2(x)	D3 (x)
Constante	-76220,8270	-76349,9481	-76783,3208
Argila	-90,4838	-90,3340	-90,5836
T	219,2445	218,6629	219,4598
V	-11,0727	-11,0995	-11,0500
C	-1399,1450	-1396,1502	-1400,8540
SiO ₂	665,3276	663,1648	665,3131
Al ₂ O ₃	180,0316	180,5669	180,8654
Fe ₂ O ₃	-200,6345	-200,7778	-201,6151
Ki	1262,1316	1280,1446	1281,3210
Kr	4388,1231	4386,2232	4393,5891
MO	146,7070	146,9599	150,2194
REL	-1560,7831	-1558,2365	-1562,6641
CT	-293,6762	-292,9671	-293,8769
GT	116,0914	115,8722	116,2549
INT	14299,4141	14308,3859	14348,1970

D1(x), D2(x) e D3(x)-funções discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%). T-CTC total, V-saturação por bases, MO- material de origem, REL- relevo, CT-teor de caulinita, GT-teor de goethita, INT-índice de intemperismo.

Para o período primavera/verão, sete perfis foram classificados como população 1, 15 como população 2 e apenas quatro como população 3 (perfis 15, 16, 18 e 22); e, para o período outono/inverno, oito como população 1, 16 como população 2 e somente dois como população 3 (perfis 15 e 22). Pode ser observado que, com relação às características dos solos, praticamente não houve modificação das áreas passíveis de serem ocupadas com PD, comparando-se os dois períodos estudados.

Quadro 17 - Funções discriminantes de perfis de solo, obtidas em função de características de perfis de solos, classificados de acordo com a área de plantio direto no período outono/inverno

Descrição	D1 (x)	D2(x)	D3 (x)
Constante	-76268,6590	-76261,4777	-76636,9831
Argila	-90,4864	-90,1464	-90,8410
T	219,2362	218,2050	219,9526
V	-11,0711	-11,0887	-11,1221
C	-1399,1949	-1392,6148	-1405,6187
SiO ₂	665,1400	661,1914	668,9350
Al ₂ O ₃	180,2422	180,5715	180,0246
Fe ₂ O ₃	-200,7011	-200,3036	-201,4040
Ki	1265,9111	1289,3049	1249,8307
Kr	4388,3004	4381,7705	4399,2900
MO	146,7264	146,6699	149,3538
REL	-1560,8273	-1555,3443	-1566,2084
CT	-293,6586	-292,2094	-295,0410
GT	116,1083	115,5899	116,5837
INT	14303,3025	14298,0380	14341,1495

D1(x), D2(x) e D3(x)-funções discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%). T-CTC total, V-saturação por bases, MO- material de origem, REL- relevo, CT-teor de caulinita, GT-teor de goethita, INT-índice de intemperismo.

Os perfis 15, 16, 18 e 22, classificados como população 3 (área com PD > 20%), apresentam alto teor de argila (44, 57, 28 e 39% de argila, respectivamente). Os perfis 15 e 18 apresentam Ki de 3,03 e 5,14, teor de caulinita de 25,74 e 17,42%, são da classe dos Litólicos e estão sob clima Cfa (Figura 8). Os perfis 16 e 22 apresentam Ki de 2,37 e 1,35, teor de caulinita de 43,01 e 23,01% e estão sob clima Cfb (Figura 9). O perfil 16 é um Latossolo Bruno, e o 22, um Cambissolo.

Os solos com maior predomínio de caulinita tendem a ser mais suscetíveis à compactação e, ou, adensamento que os oxídicos, por terem agregados com menor estabilidade (CARVALHO, 1991), principalmente quando estão em condições que apresentem alta temperatura e baixa umidade relativa (JANTSCH, 1997).

Quadro 18 - Valor discriminante e classificação de perfis de solo, a partir de funções discriminantes estabelecidas pela combinação linear de quatorze características dos solos, classificados de acordo com a área de plantio direto no período primavera/verão

Perfil de Solo ^a	POP1	POP2	POP3	Classificação
1	77418,4158	77413,0587	77413,1485	1
2	74714,3306	74719,7584	74706,4340	2
3	75117,0845	75117,4335	75107,8375	2
4	74541,4730	74551,1848	74546,8125	2
5	77811,9882	77809,6866	77804,6759	1
6	71756,2584	71766,9398	71755,7499	2
7	76731,6234	76731,7376	76721,4832	2
8	74526,2883	74530,6068	74516,1598	2
9	77173,1948	77171,9338	77165,0042	1
10	73708,0910	73711,8304	73697,2449	2
11	77429,6774	77427,2429	77426,6644	1
12	72659,1697	7266,1777	72638,3458	2
13	75318,8002	75319,1650	75307,7508	2
14	75626,4868	75630,0084	75625,6477	2
15	88221,6113	88184,5804	88223,9087	3
16	81884,4622	81898,4464	81905,3856	3
17	75375,8304	75377,3824	75356,8494	2
18	84847,2676	84832,3134	84852,6669	3
19	74598,4533	74601,1713	74587,2246	2
20	75117,0845	75117,4335	75107,8375	2
21	77558,4961	77557,1487	77553,7876	1
22	77573,3826	77569,3293	77573,9137	3
23	77429,6774	77427,2429	77426,6644	1
24	75406,0528	75407,6651	75402,7321	2
25	74036,8530	74037,7552	74026,8561	2
26	75838,8401	75836,8042	75830,3013	1

a Identificação no Quadro 13.

POP1, POP2, POP3-valores discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%).

Quadro 19 - Valor discriminante e classificação de perfis de solo, a partir de funções discriminantes estabelecidas pela combinação linear de quatorze características dos solos, classificados de acordo com a área de plantio direto no período outono/inverno

Perfil de Solo ^a	POP1	POP2	POP3	Classificação
1	77418,6357	77409,6081	77418,2054	1
2	74714,4318	74722,7956	74707,905	2
3	75116,9986	75118,8950	75109,6864	2
4	74543,0083	74558,6886	74528,3292	2
5	77812,3996	77806,4984	77812,2931	1
6	71757,3980	71778,1634	71733,6415	2
7	76731,7414	76732,0189	76725,5768	2
8	74526,0255	74536,4285	74512,3146	2
9	77173,1343	77173,4554	77171,9502	1
10	73707,8797	73717,4125	73693,5462	2
11	77430,3241	77425,9929	77426,0946	1
12	72658,7361	72674,4166	72637,2632	2
13	75318,3799	75319,5980	75314,5926	2
14	75627,1627	75633,1415	75618,8581	2
15	88221,6384	88153,8609	88262,5493	3
16	81889,7328	81899,6412	81882,3470	2
17	75375,4868	75379,0167	75365,5100	2
18	88450,6706	84821,1603	84847,7256	1
19	74597,9463	74606,6244	74584,3492	2
20	75116,9986	75118,8950	75109,6864	2
21	77558,6704	77555,9110	77557,2477	1
22	77572,6912	77564,4399	77585,0542	3
23	77430,3241	77425,9929	77426,0946	1
24	75405,6876	75408,5523	75405,5736	2
25	74036,6537	74041,6531	74024,0522	2
26	75838,7107	75836,3197	75834,4714	1

^a Identificação no Quadro 13.

POP1, POP2, POP3-valores discriminantes que caracterizam as populações 1, 2 e 3, respectivamente, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%).

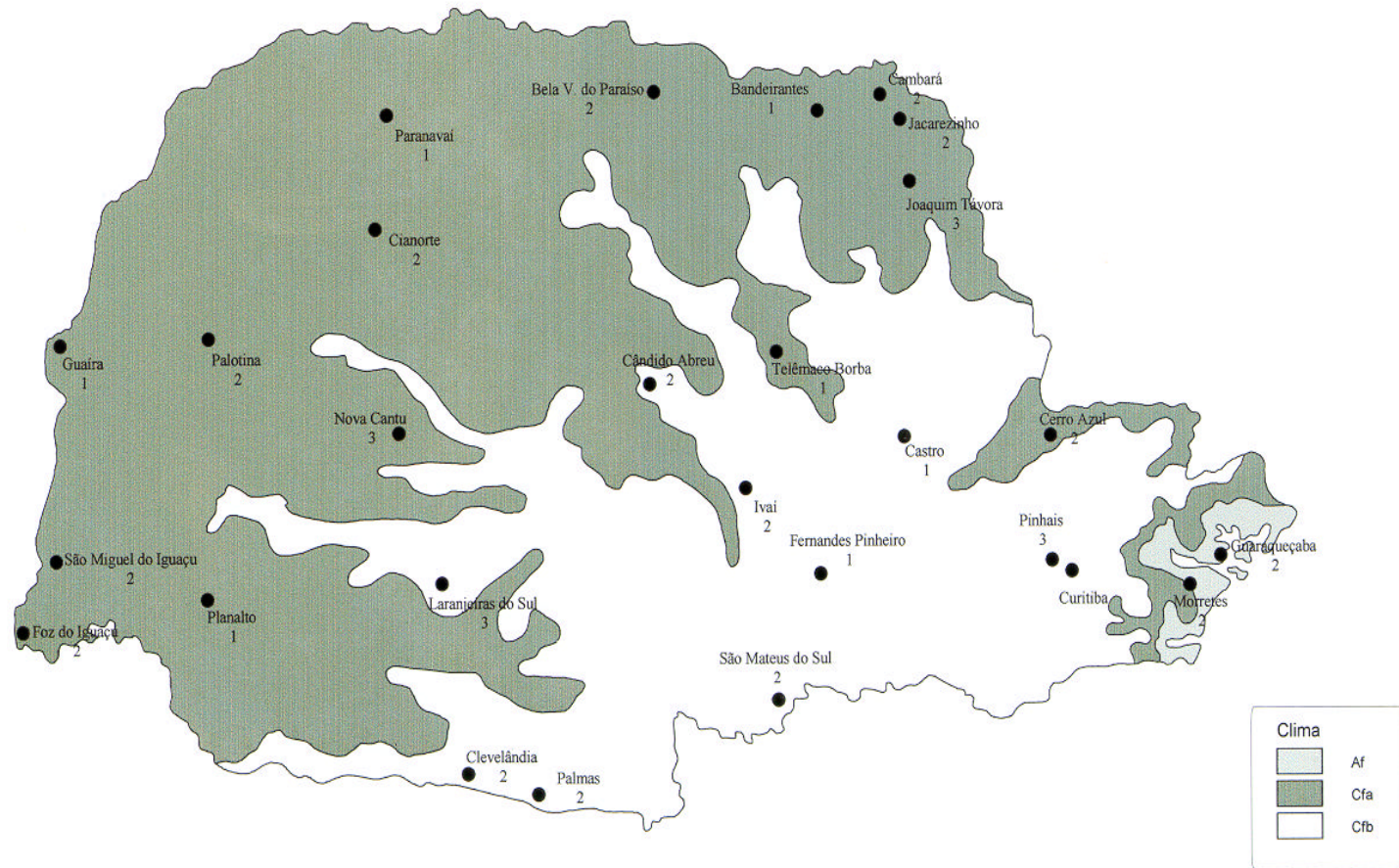


Figura 8 – Descrição do padrão de similaridade obtido a partir de análise discriminante de variáveis de perfis de solos que caracterizam as populações 1, 2 e 3, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%), no período primavera/verão.

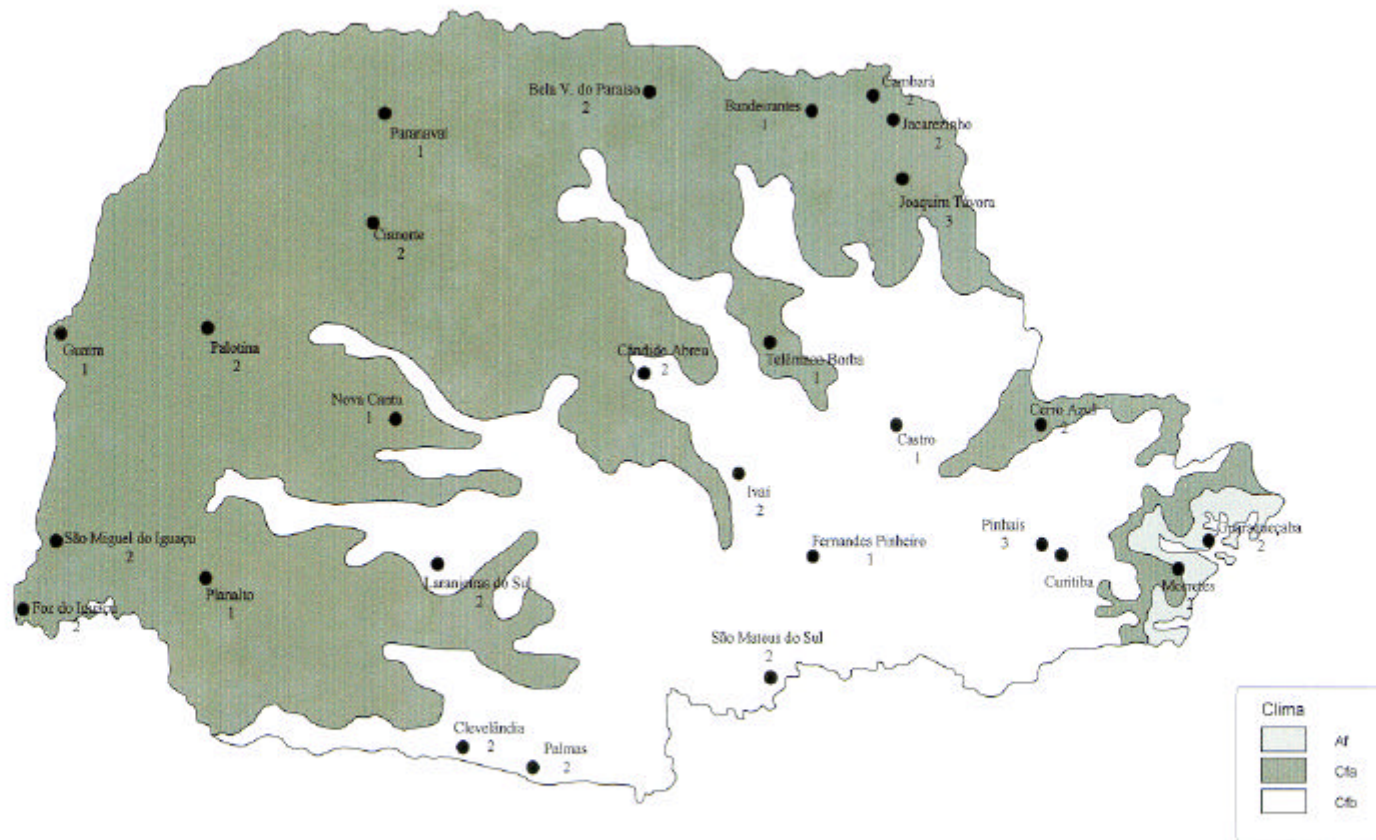


Figura 9 – Descrição do padrão de similaridade obtido a partir de análise discriminante de variáveis de perfis de solos que caracterizam as populações 1, 2 e 3, estabelecidas a partir do critério da área ocupada com PD no Estado do Paraná (1-área com PD de 0 a 5%; 2-área com PD de 5 a 20%; e 3-área com PD > 20%), no período outono/inverno.

Contudo, os solos que têm alto teor de caulinita apresentam elevado teor de carbono orgânico, o que facilita a agregação do solo e evita problemas de compactação, sendo esse fato amplamente citado na literatura (SOANE, 1990; BALL et al., 2000; DÍAZ-ZORITA e GROSSO, 2000).

Os perfis de solos classificados como população 2, área com PD entre 5 e 20%, estão localizados no tipo climático Cfb e em altitudes superiores a 600 m; sete perfis encontram-se sob o tipo climático Cfa e dois sob Af, mas, nestes casos, o teor de carbono orgânico é elevado, e essas condições favorecem a implantação do PD.

Dos perfis classificados como população 1, área com PD menor que 5%, apenas dois estão sob o tipo climático Cfb; os demais estão localizados em regiões sob influência do tipo climático Cfa. Na maior parte dos casos, estes perfis estão localizados em altitudes inferiores a 500 m, à exceção do perfil 26, com 859 m de altitude. Já para os perfis sob clima Cfb as altitudes são superiores a 800 m e eles estão próximos a regiões que adotam o PD em grandes áreas.

Por essa razão, as características climáticas, ao que parece, são fatores que, na maioria das vezes, suplantam as características apresentadas pelos solos. Isso provavelmente está relacionado à maior produção de biomassa em condições de clima mais ameno e à permanência por maior período de tempo dos resíduos das culturas sobre a superfície do solo, devido à menor velocidade de decomposição destes pelos microrganismos. Além disso, neste tipo climático existe a tendência de maior teor de carbono orgânico no solo, o que favorece sua agregação e diminui a suscetibilidade à compactação, principalmente superficial, muito comum em solos sob PD.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição de áreas com adoção de plantio direto (PD), em diferentes regiões do Estado do Paraná, em relação a aspectos climáticos e às características físicas e químicas dos solos dessas regiões. Os dados meteorológicos utilizados foram: precipitação (PRE), temperatura máxima (Tx), temperatura mínima (Tn), temperatura média (Tm), umidade relativa (UR), insolação (INS), velocidade do vento a 10 m de altura (Vv), evapotranspiração potencial (ETP), evapotranspiração real (ETR) e excedente hídrico (EXC). Os dados meteorológicos, originalmente em médias diárias, foram transformados em médias de dois períodos do ano: primavera/verão e outono/inverno. No primeiro caso, fez-se uma média das médias mensais dos meses de outubro a março e, no segundo, de abril a setembro, para todas as variáveis, com exceção de insolação e precipitação, para as quais considerou-se o total médio do período. As características dos perfis de solo foram: teor de argila; CTC total (T); carbono orgânico (C); SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 do ataque sulfúrico; Ki; Kr; material de origem (MO); relevo (REL); e teor de caulinita (CT), goethita (GT) e índice de intemperismo (INT), obtidos por alocação. Com o auxílio do programa

GENES, os dados foram analisados por técnicas multivariadas: análise de agrupamento, componente principal e análise discriminante.

Os resultados permitiram concluir que:

- As localidades sob clima Cfa podem ter áreas com plantio direto no máximo a até 20% do total do estado, principalmente no período primavera/verão.
- As estações sob clima Cfb podem possuir área com plantio direto acima de 20% do total do estado, principalmente no período primavera/verão.
- As condições climáticas, na maioria dos casos, suplantam as características do solo para a utilização do plantio direto em determinada área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFFHOLDER, F. Empirically modelling the interaction between intensification and climatic risk in semiarid regions. **Field Crops Res.**, 52:59-93, 1997.
- ALFONSI, R.R., PEDRO JR., M.J., VILLA NOVA, N.A., PEREIRA, A.R. Estimativa da temperatura média diária do solo através das observações convencionais em posto meteorológico. **R. Bras. Ci. Solo**, 5:150-152, 1981.
- ALFONSI, R.R., SENTELHAS, P.C. Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. **R. Bras. Agromet.**, 4:57-61, 1996.
- ANDERSON, T.W. **An introduction to multivariate statistical analysis.** New York, John Wiley Sons, 1958. 374p.
- ANGERS, D.A., N'DAYEGAMIYE, A.C., CÔTÉ, D. Tillage induced differences in organic matter of particle size fractions and microbial biomass. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 57:512-516, 1993.
- ANGERS, D.A., VORONEY, R.P., CÔTÉ, D. Dynamics of soil organic matter and corn residues affected by tillage practices. **Soil Sci Soc. Am. J.**, 59:1311-1315, 1995.

- ASPIAZÚ, C., RIBEIRO, G.A., VIANELLO, R.L., VALENTE, O.F., PAULA NETO, F. Análise dos componentes principais aplicada na classificação climática do estado de Minas Gerais: teste metodológico. **R. Árvore**, 14:1-15, 1990.
- BAKER, C.J., SAXTON, K.E., RITCHIE, W.R. **No-tillage seeding: science and practice**. Wallingford, CAB International, 1996. 258p.
- BALL, B.C., CAMPBELL, D.J., HUNTER, E.A. Soil compactibility in relation to physical and organic properties at 156 sites in UK. **Soil Till. Res.**, 57:83-91, 2000.
- BARKER, M.R., WÜNSCHE, W.A. Plantio direto in Rio Grande do Sul, Brasil. **Outlook Agric.**, 9:114-120, 1977.
- BARTZ, H.A. O sistema de plantio direto em região de solos argilosos – Norte do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1., 1993. **Anais...** Castro, s.ed., 1993. p.17-18.
- BAVER, L.D., GARDNER, W.H., GARDNER, W.R. **Física de solos**. México, U.T.E.H.A. 1973, 529p.
- BENATTI JR., R., MOREIRA, C.A., FRANÇA, G.V. Avaliação dos efeitos de sistemas de cultivo na produção de milho e nas propriedades edáficas em Latossolo Roxo no estado de São Paulo. **R. Bras. Ci. Solo**, 8:139-144, 1984.
- BERTOL, I., COGO, N.P., LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais. **R. Bras. Ci. Solo**, 21:409-418, 1997.
- BERTON, A.L., JACOBSEN, L.A. Área de plantio direto no Planalto Gaúcho ultrapassa 50%. **R. Plantio Direto**, 33:25, 1996.
- BLEVINS, R.L., COOK, D., PHILLIPS, S.H., PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage on soil moisture. **Agron. J.**, 63:593-596, 1971.
- BOND, J.J., WILLIS, W.O. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effects. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 33:445-448, 1969.

- BOND, J.J., WILLIS, W.O. Soil water evaporation: first stage during as influenced by surface residue and evaporation potential. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 34:924-928, 1970.
- BORGES, G.O. Resumo histórico do plantio direto no Brasil. In: EMBRAPA/CNPT; FECOTRIGO; Fundação ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, Aldeia Norte, 1993. p.13-17.
- BRAGAGNOLO, N., MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 14:91-98, 1990a.
- BRAGAGNOLO, N., MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 14:369-374, 1990b.
- BRESSON, L.M., MORAN, C.J. Structural change induced by wetting and drying in seedbeds of a hardsetting soil with contrasting aggregate size distribution. **Europ. J. Soil Sci.**, 46:205-214, 1995.
- CANNELL, R.Q. Potentials and problems of simplified cultivation and conservation tillage. **Outlook Agric.**, 10:379-384, 1981.
- CANNELL, R.Q., DAVIES, D.B., MACKNEY, D., PIDGEON, J.D. The suitability of soils for sequential direct drilling of combine-harvested crops in Britain: a provisional classification. **Outlook Agric.**, 9:306-316, 1977.
- CANNELL, R.Q., FINNEY, J.R. Effects of direct drilling and reduced cultivation on soil conditions for root growth. **Outlook Agric.**, 7:184-189, 1973.
- CARPENEDO, V., MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 14:99-105, 1990.
- CARVALHO, A.F. **Emprego da agitação horizontal na avaliação da estabilidade de agregados de cinco Latossolos da região Sudeste**. Viçosa, UFV, 1991. 73p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- CHOUDHARY, M.A., BAKER, C.J. Conservation tillage and seeding systems in the South Pacific. **Soil Till. Res.**, 27:283-302, 1992.

- COUGHLAND, K.J., FOX, W.E. Measurement of aggregate size. **Aust. J. Soil Res.**, 15:211-219, 1977.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, Editora UFV, 1995. 442p.
- CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390p.
- DAO, T.H. Tillage systems and crop residue effects on surface compaction of a Paleustoll. **Agron. J.**, 88:141-148, 1996
- DA ROS, C.O., SECCO, D., FIORIN, J.E., PETRERE, C., CADORE, M.A., PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **R. Bras. Ci. Solo**, 21:241-247, 1997.
- DENARDIN, J.L., KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA/CNPT; FECOTRIGO; Fundação ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, Aldeia Norte, 1993. p.19-27.
- DERPSCH, R., ROTH, C.H., SIDIRAS, N., KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. GTZ/ IAPAR, Eschborn, 1991. 272p.
- DÍAZ-ZORITA, M., GROSSO, G.A. Effect of soil texture, organic carbon and water retention on the compactability of soils from the Argentinean pampas. **Soil Till. Res.**, 54:121-126, 2000.
- EGHBALL, B., MIELKE, L.N., McCALLISTER, D.L., DORAN, J.W. Distribution of organic carbon and inorganic nitrogen in a soil under various tillage and crops sequences. **J. Soil Water Cons.**, 49:201-205, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Curitiba, EMBRAPA-SNCLS/SUDESUL/IAPAR, 1984. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, nº 57).

- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMATER-PR. **Plantio direto na palha no estado do Paraná; a sustentabilidade da produção, produtores e área.** EMATER-PR/SEAB-PR, Curitiba, 1995. 16p. (Série Informação Técnica nº 032, 1995)
- GALLARDO, M., SNYDER, R.L., SHULBACH, K., JACKSON, L.E. Crop growth and water use model for lettuce. **J. Irrig. Drain. Eng.**, 122:354-359, 1996.
- GODOY, H., CORREA, A.R., SANTOS, D. Clima do Paraná. In: Manual agropecuário para o Paraná. Londrina, IAPAR, 1976, v1. p.17-37.
- GOMES, T.C.A. **Análise de trilha no estudo de fatores físicos e químicos relacionados ao adensamento e, ou, à compactação em dois solos do Norte de Minas Gerais.** Viçosa, UFV, 1996. 105p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- GOODING, M.J., SMITH, G., DAVIES, W.P., KETTLEWELL, P.S. The use of residual maximum likelihood to model grain characters of wheat with variety, climatic and nitrogen fertilizer effects. **J. Agric. Sci.**, 128:135-142, 1997.
- HERRERA, O.M., LEOPOLDO, P.R., KROLL, L.B., ZUCCARI, M.L. Agrupamento de estações climatológicas localizadas no estado de São Paulo, utilizando-se análise multivariada. **Eng. Agric.**, 16:34-42, 1997.
- JALOTA, S.K., PRIHAR, S.S. Bare soil evaporation in relation to tillage. **Adv. Soil Sci.**, 12:187-216, 1990a.
- JALOTA, S.K., PRIHAR, S.S. Effect of straw mulch on evaporation reduction in relation to rates of mulching and evaporativity. **J. Indian Soc. Soil. Sci.**, 38:728-730, 1990b.
- JANTSCH, R.L. **Estado de agregação de materiais de Latossolos submetidos a calagem em diferentes condições de temperatura e umidade relativa.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 78p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- JANTSCH, R.L., OLSZEWSKI, N., COSTA, L.M., NEVES, J.C.L. Influência do clima na susceptibilidade ao adensamento de três classes de Latossolos brasileiros. **R. Ceres**, 46:445-454, 1999.

- JONES JR., J.N., MOODY, J.E., LILLARD, J. Effects of tillage, no-tillage and mulch on soil, water and plant growth. **Agron. J.**, 61:719-721, 1969.
- KAY, B.D., DEXTER, A.R. The influence of dispersible clay and wetting/drying cycles on the strength of a Red-Brown Earth. **Aust. J. Soil Res.**, 30:297-310, 1992.
- KIM, C.P., STRICKER, J.N.M. Consistency of modeling the water budget over long time series: comparison of simple parameterizations and physically based model. **J. Appl. Meteor.**, 35:749-760, 1996.
- LAL, R. Soil sustainability guide for different tillage systems in the tropics. **Soil Till. Res.**, 5:179-196, 1985.
- LEVIEN, R., COGO, N.P., ROCKENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 14:73-80, 1990.
- LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo** (trad.). São Paulo, ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.
- MERTEN, G.H. O solo como base de sustentação do sistema – desafio do plantio direto em solos de baixa aptidão agrícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1., 1993, Castro. **Anais...** Castro, s.ed., 1993, p.32-57.
- MOURA FILHO, G., RESENDE, M., CRUZ, C.D. ALOCA: programa para estimativa de minerais do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: SBCS, 1995, V.1, p.201-202.
- MUZZILI, O. Manejo da fertilidade do solo. In: IAPAR. **Plantio direto no estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, 1981, p.43-56. (Circular IAPAR, 23)
- MUZZILI, O. O plantio direto no Brasil. In: Fundação Cargill. **Atualização em plantio direto**. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.3-16.
- NYHAN, J.W. Influence of soil temperature and water tension on the decomposition on rate of carbon-14 labeled herbage. **Soil Sci.**, 121:288-293, 1976.

- O'LEARY, G.J., CONNOR, D.J. Stubble retention and tillage in a semi-arid environment: 1. Soil water accumulation during fallow. **Field Crops Res.**, 52:209-219, 1997.
- OLIVEIRA, J.B., JACOMINE, P.K.T., CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil – guia auxiliar para seu reconhecimento.** Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201p.
- OLIVEIRA, L.C.A. **Comportamento de colóides e micro-agregados em colunas de materiais de dois Latossolos submetidos a sucessivos ciclos de umedecimento e secagem.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1994. 63p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- OLIVEIRA, T.S., COSTA, L.M., REGAZZI, A.J., FIGUEIREDO, M.S. Efeitos de ciclos de umedecimento e secagem sobre propriedades físicas e químicas de quatro Latossolos brasileiros. **R. Bras. Ci. Solo**, 20:509-515, 1996.
- PACKER, I.J., HAMILTON, G.J., KOEN, T.B. Runoff, soil loss and soil physical property changes of light textural surface soils from long-term tillage treatments. **Aust. J. Soil Res.**, 30:789-806, 1992.
- PHILLIPS, D.L., HARDIN, P.D., BENSON, V.W., BAGLIO, J.V. Nonpoint source pollution impacts of alternative agricultural management practices in Illinois: a simulation study. **J. Soil Water Cons.**, 48:449-457, 1993.
- PRIHAR, S.S., JALOTA, S.K., STEINER, J.L. Residue management for reducing evaporation in relation to soil type and evaporativity. **Soil Use Manag.**, 12:150-157, 1996.
- RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research.** New York, John Wiley Sons, 1952. 390p.
- RESENDE, M.R., CURI, N., REZENDE, S.B., CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para estratificação de ambientes.** Viçosa, NEPUT, 1995. 286 p.
- RUSSEL, R.S., CANNELL, R.Q., GOSS, M.J. Effects of direct drilling on soil conditions and root growth. **Outlook Agric.**, 8:227-232, 1975.

- SÁ, J.C.M. A alternativa de manejo do solo em regiões tropicais. **R. Plantio Direto**, Edição especial, maio 1995. <http://www.adubostrevo.com.br/agronomico/artigos/revistaplantiodireto>. 03/01/2001, 19:45h.
- SALTON, J.C., HERNANI, L.C., ENDRES, V., PITOL, C. Espécies vegetais, sistemas de produção e cobertura do solo. <http://www.cpa.embrapa.br/pesquisas/spd/sistculturas.html>, 03/01/2001, 19:30h.
- SALTON, J.C., MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **R. Bras. Ci. Solo**, 19:313-319, 1995.
- SEDIYAMA, G.C., PRUITT, W.O., COSTA, J.M.N., BERNARDO, S. Modelo para computação da irrigação suplementar e do número de dias trabalháveis com máquinas agrícolas na produção da soja (*Glycine max* (L) Merrill). **R. Ceres**, 26:238-250, 1979.
- SOANE, B.D. The role of organic mater in soil compactability: a review of some practical aspects. **Soil Till. Res.** 16:179-202, 1990.
- STONER, E.R., BAUMGARDNER, M.F. **Physicochemical, site, and bidirectional reflectance factor characteristics of uniformly moist soils**. West Lafayette, Purdue University, 1980. 94p.
- UNGER, P.W., PARKER, J.J. Evaporation reduction from soil with wheat, sorghum, and cotton residues. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 40:938-942, 1976.
- VILLANI, E.M.A., NOVAIS, R.F., BARROS, N.F., FONTES, L.E.F., NEVES, J.C.L. Difusão de fósforo em solos com diferentes texturas e níveis de umidade. **R. Bras. Ci. Solo**, 17:343-347, 1993.
- WILKINSON, B. Soil types and direct drilling – a provisional assessment. **Outlook Agric.**, 8:227-232, 1975.