EFEITO DE COBERTURA DE POLIETILENO SOBRE O
CRESCIMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)
VARIEDADE CARIOCA

LÉA MARIZA PEDROTTI DA SILVA

Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Dr. Afonso Decico

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agrometeorologia.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Abril, 1980

Aos meus pais

AYRES e ESTELA

MINHA GRATIDÃO E HOMENAGEM

À Sonia , Eliomar e Maurício

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

Ao concluir o presente trabalho quero agradecer às seguintes pessoas e entidades:

- Ao Professor Afonso Decico, pela orientação, críticas e sugestões durante a realização deste trabalho;
- A Dr.^a Margarida Benincasa, pela colaboração e sugestões apresentadas;
- Ao Departamento de Física da Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade oferecida para a realização do curso;
- Ao Plano Institucional de Capacitação de Docentes (PICD) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;
- Aos Professores do Departamento de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, pelos ensinamentos;
- Aos Colegas Eng^{os}-Agr^{os} Paulo Teodoro de Castro e Ronaldo Severiano Berton, pela colaboração desinteressada;
- A Amiga Marta Elena Gonzalez Mendez, pela convivência, apoio e ajuda na execução deste trabalho;
- A Sr.^a Aurea Micheloto, pela versão em língua inglesa do Resumo;
- Aos Colegas do Curso de Pós-Graduação em Agrometeorologia, pela convivência amigável.

Í N D I C E

	Página
1 - RESUMO	1
2 - INTRODUÇÃO	4
3 - REVISÃO DE LITERATURA	6
4 - MATERIAIS	18
4.1 - Campo Experimental	18
4.2 - Solo	18
4.3 - Cultivar Utilizado	19
4.4 - Cobertura do Solo	20
4.5 - Termômetros	20
5 - MÉTODOS	21
5.1 - Método para Determinação da Temperatura do Solo	23
5.1.1 - Referencial para as temperaturas ..	23
5.1.2 - Temperaturas	24
5.2 - Método para Análise de Crescimento	24
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6.1 - Efeito das Coberturas na Temperatura do Solo	27
6.2 - Efeito das Coberturas no Crescimento da Cultura	37

	Página
6.2.1 - Produção de matéria seca	37
6.2.2 - Área foliar	57
6.2.3 - Índice de área foliar	58
6.2.4 - Razão de área foliar	63
6.2.5 - Taxa assimilatória líquida	63
6.2.6 - Taxa de crescimento relativo	70
7 - CONCLUSÕES	71
8 - SUMMARY	73
9 - LITERATURA CITADA	76
10 - APÊNDICE	84

1 - RESUMO

Neste trabalho procurou-se estudar os efeitos de modificações térmicas do solo, pelo uso de coberturas com filmes de polietileno (preto brilhante , azul e branco transparente) sobre o crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca.

A temperatura do solo a 2 , 5 , 10 , 15 , 25 e 40 cm de profundidade, foi medida com termômetros de pares termoeletricos, em intervalos de 30 em 30 minutos, no período das 6:00 horas às 23 horas e 30 minutos.

O efeito das coberturas de polietileno sobre o crescimento das plantas foi avaliado mediante uma análise de crescimento.

Como principais conclusões podem ser citadas as seguintes:

- Polietileno preto brilhante propiciou um valor máximo de temperatura, nos dias analisados, de $4,0^{\circ}$, $7,5^{\circ}$ e $8,8^{\circ}\text{C}$ menor que o solo nu. Quanto aos valores médios, as diferenças são pouco significativas, ou seja, $0,2^{\circ}$, $0,5^{\circ}$ e $0,6^{\circ}\text{C}$ menores. Em relação as temperaturas mínimas, foram atingidos valores de $1,4^{\circ}$, $2,3^{\circ}$ e $1,5^{\circ}\text{C}$ maiores.
- Polietileno azul propiciou um valor máximo de temperatura, nos dias analisados, de $1,0^{\circ}$, $3,0^{\circ}$ e $2,6^{\circ}\text{C}$ menor que o solo nu. Quanto aos valores médios, as diferenças com relação ao mesmo foram $0,3^{\circ}$, $0,0^{\circ}$ e $1,8^{\circ}\text{C}$ menores. Os valores de temperatura mínima foram $1,5^{\circ}$, $2,5^{\circ}$ e $1,3^{\circ}\text{C}$ maiores.
- Polietileno branco transparente propiciou um valor máximo de temperatura, nos dias analisados, de $2,5^{\circ}$, $6,2^{\circ}$ e $6,5^{\circ}\text{C}$ menor que o solo nu. Quanto aos valores médios, estes foram $1,3^{\circ}$, $0,7^{\circ}$ e $0,4^{\circ}\text{C}$ maiores e as temperaturas mínimas foram $3,4^{\circ}$, $4,4^{\circ}$ e $2,0^{\circ}\text{C}$ maiores também.
- A cobertura do solo com polietileno preto brilhante promoveu um crescimento da parte aérea, quer em matéria seca, quer em área foliar, bastante superior aos demais.
- A cobertura do solo com polietileno preto brilhante e azul resultou em dilatação do período de crescimento do sistema radicular, sem, entretanto, causar diferenças no seu valor máximo de peso radicular, com relação a cobertura com polietileno branco transparente e solo nu.

- A presença de cobertura de polietileno no solo, parece ter afetado a eficiência fotossintética das plantas, a taxa de crescimento relativo e a translocação de material em direção às vagens.
- A produção de matéria seca da parte aérea foi independente do crescimento de sistema radicular.

2 - INTRODUÇÃO

A temperatura do solo é reconhecida como um dos fatores que mais influenciam a germinação das sementes, desenvolvimento das raízes, das plantas e produtividade.

Sabe-se experimentalmente, que a variação da temperatura em um perfil de solo ocorre em função de suas características físicas, da quantidade e tipo de cobertura vegetal, do ângulo da superfície exposta à insolação e do total de energia incidente.

Como o estabelecimento das plantas é, necessariamente, dependente da germinação das sementes, uma rápida germinação e posterior desenvolvimento são determinados por favoráveis temperaturas de solo, temperaturas estas que variam de uma planta para outra, pois como se sabe as espécies vegetais requerem uma temperatura de solo ótima, para cada uma de suas funções e, desvios muito acentuados deste ótimo tanto acima

como abaixo, trazem problemas para as atividades das plantas.

Uma vez que as condições térmicas que envolvem um vegetal são essenciais ao seu desenvolvimento e que, um controle total do microclima, em condições de campo, é praticamente impossível, muitos esforços têm sido realizados no sentido de variar a temperatura do solo, com o propósito de criar um habitat favorável as plantas. Para tanto, vários tipos de coberturas, tais como palha, agregados, papel e filmes de polietileno, têm sido utilizados, seja para aumentar, diminuir, ou ainda para estabilizar a temperatura do solo. A forma de canteiros também pode ser adaptada a fim de alterar o aquecimento do solo junto às plantas, assim como irrigações também podem ser adotadas para o mesmo fim. Na maioria das vezes, estas coberturas têm apresentado resultados muito bons, dependendo do tipo de cobertura utilizado, tipo de cultura e das condições climáticas encontradas.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos de modificações térmicas do solo, pelo uso de coberturas com filmes de polietileno (preto brilhante, azul e branco transparente) sobre o crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

Em 1911, LEHENBAUER trabalhando com sementes de milho em condições de laboratório, verificou que o crescimento aumentou linearmente com temperaturas de solo entre 10°C e 30°C , foi ótimo entre 30°C e $31,7^{\circ}\text{C}$, decresceu linearmente entre $32,2^{\circ}\text{C}$ e $43,9^{\circ}\text{C}$, e foi paralisado a 10°C e $43,9^{\circ}\text{C}$.

WILLIS *et alii* (1957), também trabalharam com sementes de milho em laboratório, constatando que o crescimento aumentou com temperaturas de solo entre $15,6^{\circ}\text{C}$ e $24,4^{\circ}\text{C}$, quando a temperatura do ar dentro do laboratório apresentou flutuações. Este aumento foi linear com o aumento da temperatura, quando o milho estava com uma altura de 3 a 5 cm, desviando-se ligeiramente da linearidade quando o milho estava com aproximadamente 18 cm de altura.

BEAUCHAMP e LATHWELL (1966), encontraram que o tempo requerido para plantas de milho atingirem um determinado es

tãgio de crescimento, aumenta consideravelmente quando a temperatura do solo diminui. Segundo eles, as plantas crescidas em solos com temperaturas de 25°C , produzem 1,7 vezes mais folhas que aquelas que crescem a 15°C .

As temperaturas mínimas e máximas para a germinação de sementes de milho, em condições de campo, são $9,4^{\circ}\text{C}$ e $46,1^{\circ}\text{C}$ de acordo com WILLIS *et alii* (1957). Para a germinação de sementes de sorgo, a temperatura mínima é de $7,2^{\circ}\text{C}$ a 10°C e para seu subsequente crescimento é, aproximadamente, $26,7^{\circ}\text{C}$, sendo que temperaturas superiores a $37,8^{\circ}\text{C}$ são prejudiciais, QUINBY *et alii* (1958). Segundo BOROUGHS e HUNTER (1963), para sementes de cacau, temperaturas de 12°C no solo durante duas horas é letal para 50% das mesmas, enquanto que temperatura de 8°C durante o mesmo tempo é letal para 100%.

Para a maioria das plantas cultivadas, temperaturas de solo inferiores a $4,4^{\circ}\text{C}$ são prejudiciais, provocando paralisação em seu crescimento, WEAVER (1926).

Para a produção de matéria seca em culturas de milho, a temperatura de solo ótima está entre $25,3^{\circ}\text{C}$ e $28,9^{\circ}\text{C}$, decrescendo com a idade, ALMARAS *et alii* (1964). Esta produção, segundo KNOLL *et alii* (1964), diminui quando a temperatura da zona radicular é inferior a 15°C durante as primeiras 15 semanas de crescimento e, aumenta quando o milho é submetido a altas temperaturas, independente do tipo de solo.

WALKER (1969) diz que o efeito da temperatura do solo no crescimento das plantas, desenvolvimento e absorção de

nutrientes é importante durante as primeiras 4 - 6 semanas após a emergência. Durante este período, a maior parte das atividades das raízes está entre 0 - 30 cm de profundidade, NIELSEN e HUMPHRIES (1966). Este efeito foi bem ilustrado por MEDERSKI e JONES (1963), os quais verificaram que o solo aquecido de 2°C a 6°C na emergência ou antes do plantio, aumentou a produção de milho em 1 1/2 ton/ha, YAMAGUCHI *et alii* (1964) encontraram que a emergência de plântulas de batata foi rápida em solos com temperatura entre 21,1°C e 23,9°C, atrasou com temperatura entre 10°C e 12,7°C, medidas a 10 cm de profundidade. Segundo os autores, temperaturas entre 26,5°C e 29,5°C resultaram em tubérculos compridos e mal formados e entre 15°C e 18,5°C estes foram esféricos.

A temperatura do solo no plantio afeta o tempo desde a emergência até o estágio de 4ª folha, em sorgo, MARTIN *et alii* (1935), e regula o desenvolvimento de plantas de milho durante a fase de iniciação foliar, BEAUCHAMP e LATHWELL (1967).

NIELSEN *et alii* (1960) verificaram que a temperatura de solo ótima para a zona radicular de plantas nativas, em climas quentes é maior que aquela requerida para plantas melhoradas.

Segundo ADAMS (1962) é de se esperar que variações na temperatura do solo afetem a velocidade e o crescimento total das raízes. O crescimento das plantas é diretamente afetado pelo sistema radicular, de modo que temperaturas de solo

favoráveis afetam o desenvolvimento da parte aérea.

Hall *et alii* (1953), citado por van WIJK *et alii* (1959), estudando o desenvolvimento de raízes de plantas de milho, encontraram que durante as primeiras sete semanas após o plantio, 40% do fósforo da planta tinha sido retirado dos primeiros 7,5 cm da camada de solo. Estes dados indicam que o crescimento inicial da raiz é amplamente dependente das condições da camada superior do solo, e que o crescimento se dá na direção horizontal, principalmente. Assim, temperaturas extremas na camada superficial do solo podem afetar o crescimento das plantas.

Além do efeito da temperatura do solo nos processos de crescimento das plantas em si, ela também afeta outros fatores, tais como: nitrificação, absorção de água, mineralização de fósforo, suprimento e translocação de carboidratos, transpiração e respiração, os quais por sua vez influenciam o crescimento. Baixas temperaturas do solo, podem diminuir o suprimento de nutrientes, pelo retardamento da atividade microbiana, NIELSEN e HUMPHRIES (1966) e Richards *et alii* (1952) citado por ADAMS (1962).

SMITH (1931) obteve aumentos na produção de sorgo e batata, usando coberturas de papel no solo, e verificou que a temperatura do solo e a umidade foram maiores sob cobertura de papel preto.

Waggoner *et alii* (1960), citado por ROSENBERG (1974) trabalhando com diferentes coberturas de solo encontraram que

plástico preto absorve mais radiação solar, mas transmite menos. A cobertura é muito aquecida, mas transmite pouca energia para o solo, por condução, devido a camada intermediária de ar parado entre o solo e o plástico. Plástico transparente transmite maior parte da radiação incidente, na faixa do visível, mas permite pouca saída de radiação de onda longa, devido a condensação de vapor na face interna do plástico. Cobertura de alumínio não transmite radiação, mas permanece fria devido a sua alta reflexão e, o solo abaixo também permanece frio. Papel reflete muita radiação e transmite pouca. A palha absorve radiação da mesma forma que o solo, mas transmite pouco; ela ganha calor, mas o solo fica frio.

COURTER e OEBKER (1964) observaram em seus experimentos, que papel preto e papel pardo aumentam a precocidade e a produção total de culturas de pepino, da mesma forma que polietileno preto. Este no entanto, foi claramente inferior ao polietileno transparente, segundo Pessala (1971), citado por PESSALA e HARDH (1977).

Temperaturas mínimas do solo foram maiores sob coberturas de papel, do que sob polietileno transparente, talvez devido ao fato de que papel é mais eficiente em evitar radiação térmica do solo, segundo LIPIAY e TIESSEN (1970).

O efeito de diferentes coberturas de papel, polietileno transparente e solo nu, foram comparados por PESSALA e HARDH (1977). Todas as coberturas elevaram a temperatura do solo, sendo que sob cobertura de papel esta foi de 1°C a 2°C

maior que o solo nu e aproximadamente igual a do solo com cobertura de polietileno transparente. A germinação e o florescimento ocorreram precocemente sob o polietileno transparente, bem como um crescimento mais rápido e uma maior produção.

Comparando o crescimento de milho em solo nu e com cobertura de palha, a vários níveis de temperatura, WILLIS *et alii* (1957) encontraram que aumentando a temperatura do solo há uma aceleração na emergência das plantas, um aumento na taxa de crescimento e certa precocidade na maturação nas áreas que estavam cobertas.

O efeito de uma camada de matéria seca sobre a temperatura do solo, durante os primeiros estágios de crescimento das plantas, foi discutido por van WIJK *et alii* (1959). Larson *et alii* (1960), citados por DECICO (1974) concluíram que embora a temperatura máxima do solo ficasse reduzida, a cobertura teve efeito negativo na produção de matéria seca.

Cobertura do solo com cascalho, em laboratório, foi estudada por BENOIT e KIRKHAM (1963), onde foi constatado que esta cobertura é mais efetiva em reter evaporação, do que cobertura com pó ou com sabugos de milho. A cobertura com pó foi a menos efetiva. MIYASAKA *et alii* (1965), encontraram que matéria orgânica incorporada ou sobre a superfície do solo, em cultura de feijão, atuou, principalmente, como cobertura morta conservando a umidade e atenuando a temperatura do solo.

A cobertura do solo com cobertura morta é muitas vezes usada para reduzir a amplitude térmica de um solo, REVUT

(1973). Para plantas de milho e feijão, a cobertura do solo com polietileno transparente aumenta a temperatura do solo e conserva a umidade. A cobertura com polietileno preto diminuiu a amplitude térmica. Ambos os tratamentos antecipam a maturação e aumentam a produtividade das referidas culturas, HARRIS (1965). BRAUD e CHESNESS (1970), trabalhando com cultura de morangos verificaram que cobertura de solo com polietileno preto aumenta a temperatura média do solo, e, impede a perda de calor, por evaporação da água do solo para o ar.

ANDREW *et alii* (1976) observaram que sob polietileno transparente, inteiro, a temperatura do solo foi sempre maior quando comparada com solo nu, enquanto que sob cobertura de polietileno preto foram observadas maiores (ARMY e HUDSPETH, 1960 ; CLARKSON, 1960 ; EMMERT, 1957) e menores (HARRIS, 1965) temperaturas máximas na zona radicular, dependendo das condições do experimento.

Segundo WATTS (1973) a temperatura do solo sob coberturas de polietileno transparente foi significativamente maior, quando comparada com solo nu, devido ao chamado "efeito de casa de vegetação", enquanto foi pouco maior sob cobertura de polietileno preto em relação ao solo nu, devido a pobre transmissão de calor através da camada de ar abaixo do polietileno. Ocasionalmente, a máxima temperatura do solo sob polietileno preto pode ser menor que sob solo nu, quando existem grandes bolsas de ar sob a cobertura, HARRIS (1965).

BALLIF e DUTIL (1971) trabalhando com filmes plásticos em solos claros e de lento aquecimento, verificaram que o solo coberto com plástico transparente teve um aquecimento mais rápido, com temperaturas decenais mais elevadas. Com plástico opaco houve uma eficiência térmica menor. GLINIECKI (1959) analisando coberturas de polietileno verificou que, cobertura de polietileno preto conserva umidade, enquanto que o transparente aumenta a temperatura do solo, conserva umidade e calor. Ambos provocaram aumentos na produção de tomates.

Diferenças máximas nas temperaturas do solo, registradas sob coberturas plásticas pretas, comparadas com solos não cobertos, ocorreram a 2,54 cm e 7,62 cm de profundidade, talvez devido, em grande parte, ao efeito do movimento do ar na superfície, umidade e outras mudanças climáticas, CLARKSON (1960).

O comportamento da temperatura do solo em virtude da variação da cor da superfície e pela variação da densidade de sombra, foi estudado por Van Duin (1956) e Randas (1958), citados por DECICO (1974).

A variação da radiação global sobre a superfície do solo, vegetado ou não, é refletida de forma acentuada na temperatura do solo até 10 cm de profundidade e de forma menos evidente a profundidades maiores, van WIJK (1965).

DENISON *et alii* (1953) encontraram que coberturas opacas no solo, atuando como isoladores térmicos, amortecem consideravelmente a onda de temperatura diária no solo. BENNET

et alii (1966) demonstraram que o plástico preto também amorteceu a onda de temperatura no solo. Máximas temperaturas a uma profundidade de 2,5 cm, foram consideravelmente reduzidas, especialmente, em dias quentes e claros. Mínimas temperaturas aumentaram pela presença do plástico. O efeito do plástico diminuiu quando a cultura desenvolveu-se e cobriu o solo.

ADAMS (1967, 1970) utilizando coberturas com plástico transparente e com petróleo, verificou aumentos na temperatura do solo, diminuição no tempo de emergência de milho e sorgo. Com polietileno transparente, ocorreram aumentos na produção de grãos de sorgo ; entretanto as coberturas não tiveram efeito significativo no aumento da produção de milho.

Canteiros de morango, cobertos com polietileno transparente, apresentaram maior precocidade. Em plantios de verão, só uma parte da produção e não necessariamente a produção total, foi afetada pela cobertura, VOTH e BRINGHURST (1959). Um substancial aumento na temperatura do solo foi verificado durante o dia, sob cobertura de polietileno, o que foi suficiente para estimular a precocidade no crescimento das plantas. O tamanho dos frutos não foi significativamente reduzido, VOTH e BRINGHURST (1961).

Em condições de dias claros, uma proteção com plástico transparente sobre cultura de cenoura e cobertura morta sobre o solo, é uma prática muito eficaz, pois diminui a amplitude térmica do solo e favorece o desenvolvimento deste vegetal, proporcionando, no caso, um aumento de cerca de 195%

na produção de raízes, em comparação com técnicas comuns, além de reduzir o ciclo da cultura, BRUNINI *et alii* (1976).

WATTS (1973) mostra que as coberturas também afetam a umidade do solo e a distribuição de luz dentro da comunidade, mas que esta influência é pequena comparando-a com as mudanças de temperatura no solo. Cobertura plástica branca, devido a sua alta refletividade, provoca aumentos na absorção de luz pelas plantas, ocasionando aumentos de produção superiores a 60%, quando comparadas com cobertura plástica preta, PENDLETON *et alii* (1966).

ARMY e HUDSPETH (1960), também encontraram que filmes de polietileno preto e transparente aumentam a emergência das plântulas e melhoram as condições de umidade na zona radicular.

A distribuição de raízes de diferentes culturas, sob diversas coberturas de solo, foi comparada por KNAVEL e MOHR (1967), os quais observaram que raízes de tomateiro foram similares sob polietileno preto e solo nu. Sob cobertura plástica preta e papel preto, raízes de tomateiro e pimenteira foram maiores, enquanto raízes de meloeiro foram mais longas sob plástico preto. Raízes de aboboreira foram similares sob todas as coberturas, mas desenvolveram-se pouco em solo nu. A temperatura do solo sob plástico transparente foi superior; sob papel preto esta foi pouco superior a do solo coberto com plástico preto e solo nu. Segundo os autores, a temperatura parece ter influenciado os níveis de umidade do solo, os quais

podem ter influenciado os níveis de nitrificação, CO_2 , O_2 no microclima do solo.

TOKEICK (1960) difundiu uma técnica na cultura de moranguinhos, que consiste em cobrir o solo com um lençol de polietileno, sendo as mudas plantadas através de furos feitos no lençol. Obteve com isto maior produção e melhor qualidade dos frutos. Neste experimento não se realizou nenhum estudo térmico.

Considerável aumento na produção de milho foi obtida quando este foi plantado tardiamente e o solo foi coberto com polietileno transparente, LAW e COOPER (1976).

Coberturas do solo no plantio de batata, resultou em rápida emergência e rápido crescimento, mas esta vantagem em relação as plantas não cobertas, não foi suficientemente grande para resultar num significativo aumento de produção; coberturas deixadas no solo após a emergência, diminuíram a produção quando comparada com áreas sem cobertura ou áreas onde a cobertura foi removida após a emergência, COLLINS (1976). Maior aumento na produção de batata foi obtida quando coberturas de plástico preto foi usada no início do plantio, tendo também ocorrido uma colheita precoce. Diferenças foram reduzidas quando o plástico preto foi aplicado em plantio tardio, sendo a colheita efetuada mais tarde, HENSEL (1968).

LEE *et alii* (1978) verificaram que as temperaturas do solo sob cobertura de polietileno transparente, furado, foram maiores do que sob cobertura preta ou solo nu, durante o

início da estação de crescimento ; as diferenças na temperatura entre os tratamentos, diminuiu quando a cultura cresceu e cobriu o solo. Com polietileno transparente furado, houve um rápido crescimento e subsequente maturação, quando comparado com polietileno preto.

Finalmente, LAW e COOPER (1976), trabalhando com milho, encontraram que diferenças na temperatura do solo criadas por cobertura de polietileno, aumentaram a taxa de germinação e emergência das folhas, número total de folhas, área foliar total, altura das plantas e peso de matéria seca na fase de embonecamento, em comparação com resultados de experimentos em solo nu ou cobertos com palha.

4 - MATERIAIS

4.1 - CAMPO EXPERIMENTAL

A área onde foi desenvolvido o experimento, pertence ao Departamento de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, próximo ao Posto Meteorológico

As Coordenadas Geográficas, segundo o Instituto Geográfico e Geológico - Serviço de Geodésia são: $22^{\circ}42'30''$ de latitude sul e $47^{\circ}38'00''$ de longitude oeste, sendo de 576 m. acima do nível do mar a altitude do Posto Meteorológico.

4.2 - SOLO

O solo nesta área, segundo levantamento da carta de solos do município de Piracicaba, SP, é uma Terra Roxa Estru-

turada, a nível de grande grupo, (RANZANI *et alii*, 1966). De acordo com a classificação americana (EUA, 1975), recebeu a denominação de Oxic Paleudalf.

Apresenta um perfil homogêneo, bastante permeável, com lençol freático localizado a vários metros de profundidade. O pH médio é de 6,1. O teor de carbono orgânico na camada superficial é de 1,5%, diminuindo com a profundidade até um valor de 0,5% a 165 cm. A densidade apresenta um valor médio de 2,71 g/cm³. A porosidade total varia de 0,484 a 0,562 cm³/cm³ entre as profundidades de 15 cm e 165 cm, segundo REICHARDT *et alii* (1976).

4.3 - CULTIVAR UTILIZADO

Utilizou-se cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) variedade Carioca, cuja planta apresenta porte alto, com hábito de crescimento indeterminado, pendão longo, ciclo vegetativo de aproximadamente 90 dias. As folhas são de tamanho médio, lisas, de coloração verde oliva. As flores são brancas e as sementes são de tamanho médio, com teor de proteína de cerca de 2%. É bastante tolerável às principais doenças, principalmente viroses.

4.4 - COBERTURA DO SOLO

Para cobertura do solo foi utilizado polietileno , nas cores branco transparente, preto brilhante e azul, cortado em tiras de 0,40 x 10,0 m, com uma espessura de 0,15 mm , fabricado pela Poliolifinas.

4.5 - TERMÔMETROS

Para a obtenção das temperaturas do solo, foram utilizados termômetros de pares termoelétricos, construídos com fios de cobre e constantan, de 0,51 mm de diâmetro. Os impulsos foram medidos por um Potenciômetro portátil fabricado pela Leeds & Northrup, o qual mede diferenças de potencial até 101 mV , sendo sua precisão de $\pm 0,1\%$ da leitura realizada.

5 - MÉTODOS

O experimento com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca, foi instalado no ano agrícola de 1979.

Antes do plantio foi efetuado o preparo do solo, que consistiu em uma aração e uma gradagem, com posterior destorroamento através de enxada rotativa.

A área de plantio foi de 21,0 m x 18,2 m , dividida em quatro parcelas, cada uma representando um tratamento, com 68,4 m² e uma faixa de 1,0 m para bordadura.

Um diagrama esquemático das parcelas no campo é dado na Figura 1.

Os tratamentos utilizados foram coberturas do solo com polietileno nas cores preto brilhante, azul e branco transparente e solo nu (testemunha).

FIGURA 1 - Diagrama esquemático das parcelas no campo com as posições dos termômetros

A semeadura foi realizada em sulcos, no dia 09 de março de 1979, sendo feita manualmente para obtenção de um campo uniforme. O espaçamento utilizado foi de 0,20 m x 0,40 m conforme recomendações já existentes na bibliografia especializada. Assim, cada tratamento contou com 20 linhas com 45 covas cada uma, com três sementes.

Na ocasião do plantio o solo foi adubado com 120 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de K_2O .

Dia 16 de março procedeu-se a adubação nitrogenada, feita com sulfato de amônio à base de 60 kg/ha, sendo portanto utilizados 240 g / 20 m de sulco, as quais foram pesadas e separadas em saquinhos individuais de 120 g para cada linha de 10 m. Neste mesmo dia foi efetuada a colocação dos plásticos nas entrelinhas do feijão, sendo que cerca de 90% das sementes já haviam germinado. O desbaste foi realizado no dia 31 de março, deixando-se duas plantas por cova.

5.1 - MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DO SOLO

5.1.1 - REFERENCIAL PARA AS TEMPERATURAS

As temperaturas do solo foram medidas com relação ao referencial $0^{\circ}C$. As junções frias foram mantidas imersas em uma mistura de água e gelo, em equilíbrio térmico, sendo que para isso foram utilizadas garrafas térmicas.

5.1.2 - TEMPERATURAS

Os termômetros de pares termoelétricos foram colocados em hastes de madeira de 1/8 de polegada, colados de tal forma que depois de inseridos no solo, os mesmos ficaram fixados nas profundidades de 2 , 5 , 10 , 15 , 25 e 40 cm.

No centro de cada parcela o solo foi perfurado com um trato de 1/4 de polegada e nesses furos foram inseridos os conjuntos termoelétricos, até as profundidades previamente estabelecidas.

Para efeito de comparação, foi também instalado um conjunto de pares termoelétricos em um solo não vegetado, o qual foi denominado de referência. A seguir fez-se a instalação, com fios nº 20 AWG , ligando os termopares ao Potenciômetro.

A obtenção dos dados experimentais de temperaturas do solo ocorreu durante vários dias, sendo que apenas três foram utilizados. Os impulsos foram medidos através de chave comutadora, em intervalos de 30 em 30 minutos, no período das 6 horas às 23 horas e trinta minutos.

5.2 - MÉTODOS PARA ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA CULTURA

O desenvolvimento da cultura foi acompanhado de 30/03 à 25/05/79 , em intervalos de sete dias. O critério utilizado para efetuar as dez amostragens realizadas foi o de

tomar quatro plantas ao acaso, para cada tratamento, sendo que os resultados finais foram expressos em termos de média por planta, por tratamento.

Para determinação do peso seco das diferentes partes da planta, em cada tratamento, foi usado o método da pesagem de matéria seca em relação ao tempo. As plantas depois de retiradas do campo foram separadas em folhas, caule + pecíolo, raízes, botão foliar e floral e vagens, colocadas em sacos de papel e levadas a secar em estufa de ventilação forçada, a temperatura de 70°C, sendo aí deixadas até atingirem peso constante, para então serem pesadas e determinada a matéria seca acumulada. As raízes eram retiradas em blocos de terra, e depois lavadas sobre peneira para eliminação da terra.

A área foliar (AF) foi determinada medindo-se o comprimento e a maior largura da lâmina da folha. Ao produto do comprimento pela largura da folha multiplicou-se um fator de correção para a forma da folha, igual a 0,70 para folhas cordiformes e 0,59 para folhas elípticas, segundo BENINCASA *et alii* (1976). A somatória das áreas de cada folha nos dá a área foliar total por planta, em dm².

A determinação da razão de área foliar (RAF) foi realizada a partir de valores de área foliar (AF) e matéria seca total, empregando-se a fórmula:

$$RAF = \frac{AF}{\text{Matéria seca total}},$$

de acordo com RADFORD (1967).

Para o cálculo da taxa assimilatória líquida (TAL) foi utilizada a tradicional fórmula

$$TAL = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1},$$

Gregori (1926), citado por WATSON (1952).

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi obtida a partir do produto dos valores da taxa assimilatória líquida (TAL) pelos da razão de área foliar (RAF).

A percentagem de matéria seca das partes da planta, em relação ao total acumulado, foi obtida tomando-se como 100% o total de matéria seca acumulada na planta toda e, relacionando em termos de percentagem a participação de cada órgão da planta neste total, em cada amostragem.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 - EFEITO DAS COBERTURAS NA TEMPERATURA DO SOLO

Os valores de temperatura do solo, obtidos nas profundidades 2 , 5 , 10 , 15 , 25 e 40 cm, nos diferentes tratamentos, encontram-se nas Tabelas 1 , 2 e 3 - Apêndice.

Em resumo, na Tabela 1, estão as temperaturas mínimas (T_{min}) , máximas ($T_{m\bar{a}x.}$) , médias ($\bar{T}_z$) e as amplitudes máximas (T_0).

Uma comparação dos efeitos de cobertura sobre a temperatura do solo torna-se interessante, mesmo que seja em bases diárias. Os efeitos destas coberturas, ou seja, polietileno preto brilhante, branco transparente e azul, estão indicados na Tabela 2 . Para tanto, o solo nu foi tomado como referência.

TABELA 1 - Temperaturas mínimas ($T_{\min}$), temperaturas máximas ($T_{\max}$), temperaturas médias ($\bar{T}_z$) e amplitudes máximas (T_0), em $^{\circ}\text{C}$.

Data	Tratamentos							
	Polietileno Preto Brilhante				Polietileno Branco Transparente			
	$T_{\min.}$	$T_{\max.}$	$\bar{T}_z$	T_0	$T_{\min.}$	$T_{\max.}$	$\bar{T}_z$	T_0
31/03	18,0	30,5	24,8	5,7	20,0	32,0	26,3	5,7
12/04	17,8	29,0	24,1	4,9	19,9	30,3	25,3	5,0
27/04	15,5	25,3	21,6	3,7	16,5	27,8	22,6	5,2

Data	Tratamentos							
	Polietileno azul				Solo nu			
	$T_{\min.}$	$T_{\max.}$	$\bar{T}_z$	T_0	$T_{\min.}$	$T_{\max.}$	$\bar{T}_z$	T_0
31/03	18,1	33,5	24,7	8,8	16,6	34,5	25,0	9,5
12/04	18,0	33,5	24,6	8,9	15,5	36,5	24,6	11,9
27/04	15,8	31,5	20,4	11,1	14,5	34,1	22,2	11,9

TABELA 2 - Efeito de cobertura sobre a temperatura máxima ($T_{\max}$), mínima ($T_{\min}$) e média ($\bar{T}_z$) do solo. $\Delta T_{\max}$, $\Delta T_{\min}$ e $\Delta \bar{T}_z$ representam as diferenças de $T_{\max}$, $T_{\min}$, $\bar{T}_z$ entre as coberturas e o solo nu, em $^{\circ}\text{C}$.

Data	Tratamentos					
	Solo nu			Polietileno Preto Brilhante		
	$T_{\max}$	$T_{\min}$	$\bar{T}_z$	$\Delta T_{\max}$	$\Delta T_{\min}$	$\Delta \bar{T}_z$
30/03	34,5	16,6	25,0	- 4,0	+ 1,4	- 0,2
12/04	36,5	15,5	24,6	- 7,5	+ 2,3	- 0,5
27/04	34,1	14,5	22,2	- 8,8	+ 1,0	- 0,6

Data	Tratamentos					
	Polietileno Branco Transparente			Polietileno azul		
	$\Delta T_{\max}$	$\Delta T_{\min}$	$\Delta \bar{T}_z$	$\Delta T_{\max}$	$\Delta T_{\min}$	$\Delta \bar{T}_z$
30/03	- 2,5	+ 3,4	+ 1,3	- 1,0	+ 1,5	- 0,3
12/04	- 6,2	+ 4,4	+ 0,7	- 3,0	+ 2,5	0,0
27/04	- 6,3	+ 2,0	+ 0,4	- 2,6	+ 1,3	- 1,8

Como se pode ver, os efeitos das coberturas sobre as temperaturas médias dos perfis, Tabela 2, não foram muito significativos entre si. Entretanto, nota-se que há uma visível superioridade do polietileno transparente em manter uma temperatura média mais alta do que o solo nu, em todos os dias.

Com relação aos valores de temperaturas mínimas, Tabela 2, verifica-se que foram mais elevados nas parcelas com cobertura, quando comparados com solo nu. Entre as coberturas, o polietileno transparente apresentou mínimas mais elevadas, seguido pelo azul e preto brilhante. Esta superioridade mostrada pelo polietileno transparente, em relação aos demais, talvez deva-se as suas propriedades físicas, ou seja, maior retenção da emissão de ondas longas pelo solo, devido a condensação de vapor d'água em sua face interna.

Coberturas com polietileno preto brilhante e transparente, provocaram valores de temperaturas máximas, Tabela 2, bem inferiores àqueles registrados sob solo nu, talvez devido a sua maior refletividade, ocasionando, conseqüentemente, menores amplitudes máximas sob estas coberturas, Tabela 1. Sob polietileno azul, as amplitudes foram pouco inferiores às do solo nu. As parcelas com cobertura apresentaram amplitudes máximas inferiores às da parcela com solo nu, fato este concorde com os resultados encontrados por HARRIS (1965) e REVUT (1973).

Nas Figuras 2, 3 e 4, temos um exemplo gráfico da influência de coberturas de polietileno, sobre a temperatura

FIGURA 2 - Valores de temperatura do solo, a 5 cm de profundidade, para todos os tratamentos, dia 31/03/79

FIGURA 3 - Valores de temperatura do solo, a 5 cm de profundidade, para todos os tratamentos, dia 12/04/79

FIGURA 4 - Valores de temperatura do solo, 5,0 cm de profundidade, para todos os tratamentos, dia 27/04/79

do solo a 5 cm de profundidade, em comparação com solo nu.

Para uma análise do comportamento da temperatura do solo sob diferentes coberturas e diferentes profundidades, foi escolhido, casualmente, o dia 31/03/79.

Nas Tabelas 3 , 4 e 5 , encontram-se os valores de temperaturas médias, mínimas e máximas, respectivamente.

Analisando a Tabela 3, verifica-se que sob solo nu houve um decréscimo da temperatura média com a profundidade , enquanto que sob as coberturas os valores são crescentes. No ta-se também, que em relação ao solo nu, o polietileno transparente foi o único que apresentou valores de temperaturas mē dias superiores, em todo o perfil, o que também foi encontrado por WATTS (1973) e ANDREW *et alii* (1976).

Em todos os tratamentos, os valores de temperatura mīnima, Tabela 4, aumentam com a profundidade, sendo que os maiores valores ocorreram sob cobertura com polietileno transparente e os menores sob solo nu. Nas parcelas com polietileno azul e preto brilhante, os valores mīnimos não foram muito significativos entre si, mas foram inferiores aos demais.

Como era de se esperar, as temperaturas māximas, Tabela 5 , foram decrescentes com a profundidade, em todos os tratamentos. Os valores mais elevados de temperaturas māxi - mas, ao longo do perfil, ocorreram na parcela com solo nu, o que confirma que a presença de coberturas diminui a temperatura māxima do solo, de acordo com HARRIS (1965).

TABELA 3 - Valores de temperaturas médias ($^{\circ}\text{C}$), ao longo do perfil do solo, nos diferentes tratamentos.
Data: 31/03/79

Profundidade (cm)	Polietileno preto brilhante	Polietileno branco transparente	Polietileno azul	Solo nu
2	24,3	25,6	24,6	25,4
5	24,6	26,2	24,7	25,4
10	24,9	26,5	24,8	25,2
15	25,0	26,6	24,8	24,9
25	25,0	26,6	24,7	24,6
40	25,2	26,6	24,8	24,5

TABELA 4 - Valores de temperaturas mínimas ($^{\circ}\text{C}$), ao longo do perfil do solo, nos diferentes tratamentos.
Data: 31/03/79

Profundidade (cm)	Polietileno preto brilhante	Polietileno branco transparente	Polietileno azul	Solo nu
2	18,4	20,0	18,1	16,5
5	19,7	21,5	20,0	18,0
10	21,5	23,5	21,6	19,1
15	23,0	24,5	22,6	21,6
25	23,5	25,0	23,5	23,0
40	23,5	25,0	24,2	23,5

TABELA 5 - Valores de temperaturas máximas ($^{\circ}\text{C}$), ao longo do perfil do solo, nos diferentes tratamentos.
Data: 31/03/79

Profundidade (cm)	Polietileno preto brilhante	Polietileno branco transparente	Polietileno azul	Solo nu
2	30,5	32,0	33,5	34,5
5	29,5	31,0	31,2	33,0
10	28,0	29,4	27,7	29,7
15	26,9	28,6	26,7	28,4
25	26,0	28,0	26,0	--
40	25,7	27,7	25,5	--

O fato da temperatura máxima ter sido menor nas parcelas com cobertura do que em solo nu, pode ser explicado, segundo HARRIS (1965), pela presença de bolsas de ar existentes entre o solo e a cobertura.

6.2 - EFEITO DAS COBERTURAS NO CRESCIMENTO DA CULTURA

O efeito das coberturas de polietileno no crescimento das plantas de feijoeiro foi avaliado mediante análise de crescimento, realizada conforme já foi mencionado no item 5.2.

6.2.1 - PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Pela análise dos valores de matéria seca total acumulada nos diferentes órgãos da planta, Tabelas 6 , 7 , 8 , 9 e Figura 5 , nota-se que os valores mais elevados foram obtidos na parcela coberta com polietileno preto brilhante, seguida por aquelas com polietileno azul, transparente e solo nu, durante todo o ciclo vegetativo.

No que se refere a matéria seca acumulada nas vagens, Tabela 6 , 7 , 8 e 9 , pode-se verificar que a superioridade da parcela coberta com polietileno preto brilhante é bem acentuada. Já as parcelas cobertas com polietileno azul e polietileno transparente apresentaram um comportamento similar, durante todo o período amostrado. Este fato foi constatado também na matéria seca acumulada no caule + pecíolo.

TABELA 6 - Peso médio de matéria seca acumulada por planta (g), para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca, na parcela coberta com polietileno preto brilhante

Data	Dias após emer- gência	Matéria seca acumulada (g)							Total
		Folha	Caulo + Folha	Raiz	Botão		Vagens		
					foliar	floral	Cheias	Chochas	
30/03/79	14	0,89	0,39	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
06/04/79	21	1,50	0,80	0,28	0,04	0,00	0,00	0,00	2,62
13/04/79	28	2,25	1,43	0,38	0,05	0,02	0,00	0,00	4,13
20/04/79	35	4,30	2,78	0,60	0,16	0,23	0,00	0,00	8,07
27/04/79	42	5,09	4,55	0,83	0,28	0,05	0,20	0,00	11,00
04/05/79	49	4,04	4,95	0,61	0,00	0,11	1,33	0,00	11,04
11/05/79	56	3,53	5,79	0,56	0,00	0,00	2,71	0,00	12,59
18/05/79	63	2,89	6,63	0,59	0,00	0,00	6,80	0,00	16,91
25/05/79	70	2,25	2,25	--	0,00	0,00	12,91	1,18	18,59

TABELA 7 - Peso médio da matéria seca acumulada por planta (g), para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca, na parcela coberta com polietileno azul

Data	Dias após emer- gência	Matéria seca acumulada (g)								Total
		Folha	Caulo + Pecíolo	Raiz	Botão		Vagens			
					foliar	floral	Cheias	Chochas		
30/03/79	14	0,63	0,28	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	
06/04/79	21	1,26	0,60	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	2,06	
13/04/79	28	1,61	0,90	0,23	0,03	0,01	0,00	0,00	2,78	
20/04/79	35	2,65	1,50	0,58	0,03	0,08	0,00	0,00	4,84	
27/04/79	42	4,10	3,40	0,78	0,15	0,08	0,08	0,00	8,59	
04/05/79	49	3,64	3,55	0,58	0,00	0,10	0,89	0,00	8,76	
11/05/79	56	2,58	3,64	0,50	0,00	0,00	2,15	0,00	8,87	
18/05/79	63	2,30	4,94	0,50	0,00	0,00	5,05	0,00	12,79	
25/05/79	70	2,03	4,53	--	0,00	0,00	6,29	0,38	13,23	

TABELA 8 - Peso médio de matéria seca acumulada por planta (g), para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca, na parcela coberta com polietileno branco transparente

Data	Dias após emer- gência	Matéria seca acumulada (g)							Total
		Folha	Caulo + Pecíolo	Raiz	Botão		Vagens		
					foliar	floral	Cheias	Chochas	
30/03/79	14	0,88	0,35	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37
06/04/79	21	1,08	0,49	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	1,75
13/04/79	28	2,00	1,05	0,32	0,03	0,02	0,00	0,00	3,42
20/04/79	35	2,30	1,65	0,83	0,04	0,10	0,00	0,00	4,92
27/04/79	42	2,84	2,81	0,50	0,20	0,03	0,02	0,00	6,40
04/05/79	49	2,43	2,95	0,53	0,00	0,05	0,73	0,00	6,69
11/05/79	56	2,09	3,68	0,50	0,00	0,03	2,56	0,00	8,86
18/05/79	63	1,68	3,23	0,40	0,00	0,00	4,72	0,00	10,03
25/05/79	70	0,63	2,78	--	0,00	0,00	6,65	0,23	10,29

TABELA 9 - Peso médio de matéria seca acumulada por planta (g), para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca, na parcela com solo nũ

Data	Dias após emer- gência	Matéria seca acumulada (g)							Total
		Folha	Caulo + Pecíolo	Raiz	Botão		Vagens		
					foliar	floral	Cheias	Chochas	
30/03/79	14	0,64	0,24	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01
06/04/79	21	0,69	0,35	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00	1,19
13/04/79	28	1,10	0,55	0,28	0,03	0,00	0,00	0,00	1,96
20/04/79	35	2,16	1,48	0,74	0,06	0,13	0,00	0,00	4,57
27/04/79	42	2,75	2,40	0,49	0,15	0,03	0,06	0,00	5,88
04/05/79	49	2,15	2,48	0,40	0,00	0,05	0,81	0,00	5,89
11/05/79	56	1,36	2,65	0,16	0,00	0,00	1,54	0,00	5,71
18/05/79	63	1,10	2,43	0,25	0,00	0,00	3,10	0,00	6,88
25/05/79	70	0,25	2,09	--	0,00	0,00	3,00	0,49	5,83

FIGURA 5 - Variação média da matéria seca acumulada nas plantas de feijão, variedade Carioca, para todos os tratamentos

Quanto a matéria seca acumulada nas raízes, Tabelas 6 , 7 , 8 e 9 , nota-se que na parcela coberta com polietileno transparente e na testemunha, o máximo foi atingido aos 35 dias após a emergência, enquanto que naquelas cobertas com polietileno preto brilhante e azul, este foi obtido aos 42 dias. Talvez esta diferença deva-se a que nos tratamentos com polietileno transparente e solo nu, as condições de temperatura do solo tenham sido melhores, para o sistema radicular, permitindo assim um mais rápido desenvolvimento das raízes, embora os valores máximos tenham sido semelhantes.

A produção máxima de matéria seca acumulada nas folhas + botão foliar ocorreu 42 dias após a emergência, para todos os tratamentos, sendo superior no com polietileno preto brilhante, seguido do azul e com valores semelhantes no transparente e solo nu.

Pela análise da Tabela 10 e Figura 6 , constatamos que a produção de matéria seca por metro quadrado, por dia , também denominada taxa de crescimento da cultura, foi também superior no tratamento com polietileno preto brilhante. A taxa máxima obtida foi de $0,33 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$.

Analisando a relação entre matéria seca acumulada nas raízes e a matéria seca acumulada na parte aérea, Tabela 11 e Figura 7 , constata-se que os tratamentos com polietileno azul e transparente e o testemunha alcançaram seu valor máximo aos 35 dias após a emergência, enquanto que esta relação para o tratamento com polietileno preto brilhante foi sempre

TABELA 10 - Taxas de produção de matéria seca acumulada em g .m² por dia, por tratamento, em cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

Dias após a emergência	Tratamento			
	Polietileno preto brilhante	Polietileno azul	Polietileno branco transparente	Solo nu
14	0,11	0,08	0,11	0,08
21	0,14	0,11	0,09	0,06
28	0,17	0,11	0,14	0,07
35	0,27	0,15	0,15	0,14
42	0,30	0,23	0,15	0,16
49	0,27	0,21	0,16	0,14
56	0,27	0,19	0,19	0,12
63	0,32	0,24	0,19	0,13
70	0,33	0,24	0,18	0,10

FIGURA 6 - Taxa de produção de matéria seca acumulada em g. por metro quadrado, por dia, por tratamento, em cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

TABELA 11 - Relação entre matéria seca acumulada na raiz e matéria seca acumulada na parte aérea, ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$), por tratamento, para períodos de 7 dias, em cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

Data	Dias após a emergência	Tratamento			
		Polietileno preto brilhante	Polietileno azul	Polietileno branco transparente	Solo nu
30/03/79	14	0,127	0,139	0,112	0,149
06/04/79	21	0,118	0,100	0,094	0,113
13/04/79	28	0,100	0,088	0,103	0,164
20/04/79	35	0,080	0,135	0,202	0,193
27/04/79	42	0,081	0,099	0,100	0,090
04/05/79	49	0,059	0,070	0,085	0,073
11/05/79	56	0,047	0,060	0,060	0,029
18/05/79	63	0,036	0,041	0,042	0,038

FIGURA 7 - Relação entre matéria seca acumulada na raiz e matéria seca acumulada na parte aérea (g.g⁻¹), por tratamento e para períodos de 7 dias, em cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

decrecente. Os dados de matéria seca total, Figura 5 , evidenciam um melhor desempenho das plantas para o tratamento com polietileno preto brilhante. Portanto, podemos concluir que o tamanho do sistema radicular, em termos de matéria seca, não afetou nem o crescimento, nem o desenvolvimento da planta, como supôs ADAMS (1962).

A distribuição de matéria seca em percentagem nos diferentes órgãos da planta, ao longo do ciclo, estão representados nas Tabelas 12 , 13 , 14 e 15 e nas Figuras 8 , 9 , 10 e 11. Pode-se observar que no início do desenvolvimento da cultura, para todos os tratamentos, as folhas representaram cerca de 60% da matéria seca total da planta e que, com o passar do tempo, esta percentagem vai diminuindo, em função da distribuição de material para os outros órgãos da planta, isto é, a produção e translocação de produtos fotossintetizados torna-se mais eficiente. Caule + pecíolo e raízes dividem, até os 42 dias após a emergência, a maior percentagem de consumo de translocados. Após os 42 dias, com o crescimento das vagens, estas passam a receber mais material, indicando uma translocação preferencial para os frutos. Aos 63 dias após a emergência o maior percentual de matéria seca encontra-se retido nas vagens, para todos os tratamentos.

Comparando-se o tratamento com polietileno branco transparente com o testemunha observa-se que a percentagem de matéria seca acumulada nas folhas + botões foliar e caule + pecíolo foi bastante similar, até os 49 dias, quando se inicia o cresci -

TABELA 12 - Distribuição da matéria seca, em percentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Carioca, para períodos de 7 dias na parcela coberta com polietileno preto brilhante

Data	Dias após emer- gência	Matéria seca (%)					
		Folha	Caulo + Pecíolo	Raiz	Botão foliar	Botão floral	Vagens
30/03/79	14	61,77	26,95	11,28	0,00	0,00	0,00
06/04/79	21	57,43	30,63	10,53	1,42	0,00	0,00
13/04/79	28	54,72	34,65	9,12	1,09	0,41	0,00
20/04/79	35	53,35	34,43	7,44	1,99	2,79	0,00
27/04/79	42	46,32	41,43	7,51	2,50	0,41	1,82
04/05/79	49	36,58	44,85	5,55	0,00	1,01	12,01
11/05/79	56	28,01	45,98	4,47	0,00	0,00	21,55
18/05/79	63	17,08	39,20	3,47	0,00	0,00	40,24
25/05/79	70	12,11	12,11	--	0,00	0,00	75,79

TABELA 13 - Distribuição da matéria seca, em percentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Carioca, para períodos de 7 dias na parcela coberta com polietileno azul

Data	Dias após a emer- gência	Matéria Seca (%)					
		Folha	Caule + Pecíolo	Raiz	Botão foliar	Botão floral	Vagem
30/03/79	14	60,98	26,83	12,20	0,00	0,00	0,00
06/04/79	21	61,23	29,11	9,07	0,58	0,00	0,00
13/04/79	28	58,11	32,44	8,11	0,90	0,43	0,00
20/04/79	35	54,92	31,09	11,92	0,52	1,55	0,00
27/04/79	42	47,81	39,65	9,04	1,75	0,87	0,87
05/05/79	49	41,63	40,63	6,58	0,00	1,44	10,01
11/05/79	56	29,06	41,04	5,64	0,00	0,00	24,26
18/05/79	63	17,99	38,61	3,91	0,00	0,00	39,49
25/05/79	70	15,33	34,25	--	0,00	0,00	50,42

TABELA 14 - Distribuição da matéria seca, em percentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Carioca, para períodos de 7 dias na parcela coberta com polietileno branco transparente

Data	Dias após a emer- gência	Matéria seca (%)					
		Folha	Caule + Folha	Raiz	Botão foliar	Botão floral	Vagem
30/03/79	14	64,25	25,70	10,06	0,00	0,00	0,00
06/04/79	21	61,89	28,04	8,63	1,44	0,00	0,00
13/04/79	28	58,48	30,70	9,36	0,88	0,58	0,00
20/04/79	35	46,82	33,59	16,80	0,75	2,04	0,00
27/04/79	42	50,07	36,83	8,83	3,53	0,44	0,30
04/05/79	49	36,40	44,15	7,85	0,00	0,75	10,85
11/05/79	56	23,58	41,53	5,65	0,00	0,28	28,96
18/05/79	63	16,72	32,19	3,99	0,00	0,00	47,10
25/05/79	70	6,08	27,01	--	0,00	0,00	66,91

TABELA 15 - Distribuição da matéria seca, em percentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Carioca, para períodos de 7 dias na parcela com solo nũ

Data	Dias após a emer - gência	Matéria Seca (%)					
		Folha	Caulo + Pecíolo	Raiz	Botão foliar	Botão floral	Vagem
30/03/79	14	63,45	23,60	12,95	0,00	0,00	0,00
06/04/79	21	58,12	29,61	10,15	2,12	0,00	0,00
13/04/79	28	56,41	28,21	14,10	1,28	0,00	0,00
20/04/79	35	47,40	32,34	16,16	1,36	2,74	0,00
27/04/79	42	46,82	40,86	8,29	2,55	0,42	1,06
04/05/79	49	36,54	42,03	6,79	0,00	0,85	13,79
11/05/79	56	23,85	46,40	2,84	0,00	0,00	26,91
18/05/79	63	16,00	35,27	3,64	0,00	0,00	45,09
25/05/79	70	4,59	38,30	--	0,00	0,00	57,11

FIGURA 8 - Distribuição da matéria seca, em porcentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão, var. Carioca em função do tempo, na parcela coberta com polietileno preto brilhante

FIGURA 9 - Distribuição da matéria seca, em percentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão, var. Carioca, em função do tempo, na parcela coberta com polietileno azul

FIGURA 10 - Distribuição da matéria seca, em porcentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão, var. Carioca, em função do tempo, na parcela coberta com polietileno branco transparente

FIGURA 11 - Distribuição da matéria seca, em percentagem, dos diferentes órgãos da planta de feijão, var. Carioca, em função do tempo, na parcela com solo nu

mento ativo das vagens. A percentagem de matéria seca acumulada nas vagens foi superior no tratamento com polietileno transparente, devido, principalmente, à maior contribuição dos caules + pecíolos neste tratamento do que no testemunha.

A percentagem de matéria seca acumulada nas vagens, no tratamento com polietileno azul, foi inferior ao testemunha devido a uma menor contribuição das folhas neste tratamento. A presença de polietileno afetou a taxa e a quantidade de material translocado das folhas e dos caules.

No tratamento com polietileno preto brilhante o caule + pecíolo tiveram uma contribuição muito grande para a matéria seca acumulada nas vagens, a qual foi superior a todos os tratamentos.

Os resultados indicam que a maior eficiência do tratamento com polietileno preto brilhante em translocar material para as vagens, resultou da contribuição mais efetiva dos caules e pecíolos comparado com os outros tratamentos.

6.2.2 - ÁREA FOLIAR

Com base nos dados de área foliar (AF), apresentados na Tabela 16 e Figura 12, pode-se dizer que o tratamento com polietileno preto brilhante apresentou uma maior área foliar total por planta e, conseqüentemente, maior superfície fotossintetizante (BRANDES, 1972 e WALLACE e MUNGER, 1966), jus

tificando-se assim a maior matéria seca total acumulada nas plantas deste tratamento. Observa-se que existe uma correlação direta entre a área foliar total e o número de folhas por planta, Tabela 17, ou seja, o aumento de área foliar foi mais afetado pelo número do que pelo tamanho das folhas.

Podemos notar que, para todos os tratamentos, existem duas fases distintas quanto à área foliar total. Uma primeira fase crescente, que corresponde àquela em que a planta está armazenando fotossintatos. A segunda fase, ou seja, a de decréscimo da área foliar, é acompanhada por uma diminuição da matéria seca acumulada nas folhas e, por um aumento mais rápido do peso de vagens e caule + pecíolo. Com base nestes fatos, podemos dizer que está ocorrendo translocação de fotossintatos das folhas para estes órgãos. O máximo de área foliar, para todos os tratamentos, coincide com o máximo de matéria seca acumulada nas folhas.

6.2.3 - ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

O Índice de área foliar (IAF) encontra-se na Tabela 18. Pela sua análise verifica-se que, durante todo o ciclo da cultura, o Índice de área foliar foi sempre maior nas parcelas cobertas com polietileno preto brilhante, seguido em ordem decrescente por aquelas cobertas com polietileno azul e transparente e solo nu.

TABELA 16 - Área foliar média por planta (dm^2), por tratamento, para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade Carioca

Data	Dias após a emer- gência	Tratamento			
		Poliétileno preto brilhante	Poliétileno azul	Poliétileno branco trans- parente	Solo nũ
30/03/79	14	1,789	1,376	1,728	1,113
06/04/79	21	3,678	2,794	2,214	1,570
13/04/79	28	6,667	4,586	5,705	3,286
20/04/79	35	8,846	6,201	6,484	5,023
27/04/79	42	14,809	11,256	7,264	6,642
04/05/79	49	10,339	9,367	6,268	4,437
11/05/79	56	9,710	6,998	6,152	2,784
18/05/79	63	7,313	5,136	3,991	2,275
25/05/79	70	4,916	3,274	1,478	0,849

FIGURA - Variação da área foliar média (dm^2) das plantas de feijão, var. Carioca, durante o ciclo vegetativo, para todos os tratamentos

TABELA 17 - Número médio de folhas vivas por planta, por tratamento, para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

Data	Dias após a emer- gência	Tratamento			
		Poliétileno preto brilhante	Poliétileno azul	Poliétileno branco trans- parente	Solo nu
30/03/79	14	10,7	9,5	10,5	9,5
06/04/79	21	25,5	20,7	17,7	12,7
13/04/79	28	37,7	29,7	32,7	21,2
20/04/79	35	56,7	43,9	37,0	40,5
27/04/79	42	71,5	60,7	52,0	45,0
04/05/79	49	59,5	52,5	48,0	37,0
11/05/79	56	67,7	42,5	47,7	24,5
18/05/79	63	67,0	53,5	39,5	19,7
25/05/79	70	50,5	21,5	13,7	14,0

TABELA 18 - Índice de área foliar médio ($\text{dm}^2 \cdot \text{dm}^{-2}$), por tratamento, para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

Data	Dias após a emer- gência	Tratamento			
		Polietileno preto brilhante	Polietileno azul	Polietileno branco trans- parente	Solo nū
30/03/79	14	0,447	0,344	0,432	0,278
06/04/79	21	0,920	0,699	0,553	0,392
13/04/79	28	1,667	1,147	1,426	0,821
20/04/79	35	2,211	1,550	1,621	1,256
27/04/79	42	3,702	2,814	1,816	1,661
04/05/79	49	2,585	2,342	1,567	1,109
11/05/79	56	2,427	1,750	1,538	0,696
18/05/79	63	2,828	1,284	0,998	0,569
25/05/79	70	1,229	0,819	0,369	0,212

6.2.4 - RAZÃO DE ÁREA FOLIAR

A máxima razão de área foliar (RAF), Tabela 19 e Figura 13, ocorreu 28 dias após a emergência, época que coincide com o início do florescimento, para todos os tratamentos. A partir desta data os valores, de uma maneira geral, foram decrescentes, sendo semelhantes para todos os tratamentos. Isto indica que a área foliar útil para a fotossíntese não foi muito afetada pelos tratamentos.

6.2.5 - TAXA ASSIMILATÓRIA LÍQUIDA

A taxa assimilatória líquida (TAL), Tabela 20 e Figura 14, apresenta dois picos para todos os tratamentos: um na fase vegetativa e outro na fase reprodutiva. Na primeira fase, o tratamento com polietileno preto brilhante e o testemunha atingiram valores mais elevados, mas caem mais rapidamente que os demais. O tratamento com polietileno transparente teve seu máximo antecipado e o com polietileno azul um pouco depois. Na segunda fase, a taxa assimilatória líquida para o tratamento com polietileno transparente ocorreu um pouco antes dos outros, devido a que seu valor mínimo foi superior. De uma maneira geral, o comportamento do tratamento com polietileno preto brilhante foi similar ao testemunha, enquanto que os com polietileno azul e transparente diferiram destes. Como a taxa assimilatória líquida é afetada, principalmente, por

TABELA 19 - Razão de área foliar média ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), por tratamento, para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

Data	Dias após a emer- gência	Tratamento			
		Polietileno preto brilhante	Polietileno azul	Polietileno branco trans- parente	Solo nu
30/03/79	14	1,246	1,343	1,269	1,108
06/04/79	21	1,408	1,356	1,274	1,328
13/04/79	28	1,621	1,653	1,668	1,685
20/04/79	35	1,098	1,285	1,320	1,101
27/04/79	42	1,349	1,313	1,282	1,131
04/05/79	49	0,937	1,072	0,938	0,753
11/05/79	56	0,772	0,790	0,695	0,488
18/05/79	63	0,433	0,402	0,398	0,331
25/05/79	70	0,265	0,248	0,144	0,156

FIGURA 13 - Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) , para plantas de feijão, var. Carioca, durante o ciclo vegetativo, para todos os tratamentos

TABELA 20 - Taxa assimilatória líquida ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) por tratamento, para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

Dias após a emergência	Tratamento			
	Polietileno preto brilhante	Polietileno azul	Polietileno branco transparente	Solo nu
14 - 21	0,058	0,070	0,026	0,020
21 - 28	0,040	0,027	0,059	0,038
28 - 35	0,069	0,045	0,023	0,075
35 - 42	0,033	0,060	0,022	0,039
42 - 49	0,003	0,005	0,021	0,003
49 - 56	0,023	0,004	0,051	0,002
56 - 63	0,073	0,093	0,036	0,061
63 - 70	0,054	0,032	0,037	- 0,016

FIGURA 14 - Taxa assimilatória líquida ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) das plantas de feijão, variedade Carioca, para todos os tratamentos

TABELA 21 - Taxa de crescimento relativo ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$), por tratamento, para períodos de 7 dias, em uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca

Dias após a emergência	Tratamento			
	Polietileno preto brilhante	Polietileno azul	Polietileno Branco trans- parente	Solo nũ
14 - 21	0,072	0,094	0,033	0,022
21 - 28	0,056	0,037	0,075	0,050
28 - 35	0,112	0,074	0,038	0,126
35 - 42	0,036	0,077	0,029	0,043
42 - 49	0,004	0,007	0,027	0,003
49 - 56	0,022	0,004	0,048	0,002
56 - 63	0,056	0,073	0,025	0,030
63 - 70	0,014	0,008	0,005	- 0,018

FIGURA 15 - Taxa de crescimento relativo ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) das plantas de feijão, variedade Carioca, para todos os tratamentos

luz e estas coberturas ocasionam reflexão (PENDLETON *et alii* 1966), a variação deste parâmetro de crescimento pode ter resultado do efeito de distribuição de luz, como mostrou WATTS (1973), provocado pela maior reflexão dos polietilenos azul e transparente, em relação ao preto brilhante e ao solo nu.

6.2.6 - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO

A taxa de crescimento relativo (TCR), isto é, $TAL \times RAF$, encontra-se na Tabela 21 e Figura 15. De certo modo seu comportamento assemelha-se ao da taxa assimilatória líquida. Pode-se dizer que este parâmetro foi mais afetado pela eficiência das folhas no processo fotossintético (TAL), do que pela razão de área foliar. Assim, pode-se dizer que as coberturas de polietileno afetaram a taxa assimilatória líquida e consequentemente a taxa de crescimento relativo.

Após a análise dos dados de crescimento aqui apresentados, parece ser evidente a superioridade dos tratamentos com cobertura de polietileno, quando comparados com solo nu. As condições de temperatura sob as coberturas, permitiram um melhor desenvolvimento das plantas.

7 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste experimento , p^ôde-se concluir que:

- Polietileno preto brilhante propiciou um valor m^áximo de temperatura, nos dias analisados, de $4,0^{\circ}$, $7,5^{\circ}$ e $8,8^{\circ}\text{C}$ menor que o solo nu. Quanto aos valores m^édios, as diferenças são pouco significativas, ou seja, $0,2^{\circ}$, $0,5^{\circ}$ e $0,6^{\circ}\text{C}$ menores. Em relação as temperaturas m^ínimas, foram atingidos valores de $1,4^{\circ}$, $2,3^{\circ}$ e $1,5^{\circ}\text{C}$ maiores.
- Polietileno azul propiciou um valor m^áximo de temperatura, nos dias analisados, de $1,0^{\circ}$, $3,0^{\circ}$ e $2,6^{\circ}\text{C}$ menor que o solo nu. Quanto aos valores m^édios, as diferenças com relação ao mesmo foram $0,3^{\circ}$, $0,0^{\circ}$ e $1,8^{\circ}\text{C}$ menores. Os valores de temperatura m^ínima foram $1,5^{\circ}$, $2,5^{\circ}$ e $1,3^{\circ}$ maior.

- Polietileno branco transparente propiciou um valor máximo de temperatura, nos dias analisados, de $2,5^{\circ}$, $6,2^{\circ}$ e $6,5^{\circ}\text{C}$ menor que o solo nu. Quanto aos valores médios, estes foram $1,3^{\circ}$, $0,7^{\circ}$ e $0,4^{\circ}\text{C}$ maiores e as temperaturas mínimas foram $3,4^{\circ}$, $4,4^{\circ}$ e $2,0^{\circ}\text{C}$ maiores também.
- A cobertura do solo com polietileno preto brilhante promoveu um crescimento da parte aérea, quer em matéria seca, quer em área foliar, bastante superior aos demais.
- A cobertura do solo com polietileno preto brilhante e azul resultou em dilatação do período de crescimento do sistema radicular, sem, entretanto, causar diferenças no seu valor máximo de peso radicular, com relação a cobertura com polietileno branco transparente e solo nu.
- A presença de cobertura de polietileno no solo, parece ter afetado a eficiência fotossintética das plantas, a taxa de crescimento relativo e a translocação de material em direção às vagens.
- Finalmente, ficou demonstrado que a produção de matéria seca da parte aérea foi independente do crescimento do sistema radicular.

8 - SUMMARY

The objective of the present work was to study the effects of changes in soil temperature, caused by the use of polyethylene covers (bright black, blue and transparent white), on the growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants, var. Carioca.

Soil temperatures at the depths of 2 , 5 , 10 , 15, 25 and 40 cm were measured with thermocouple thermometers every 30 minutes from 6:00 a.m. to 11:30 p.m.

The effect of the polyethylene cover on the plant growth was estimated through growth analysis.

As a result, the following main conclusions could be drawn:

- For the days analysed, and as compared with bare soil temperature:

- a - Bright black polyethylene provided maximum values which were 4.0 , 7.5 and 8.8⁰C lower ; differences were scarcely significant for the mean values, i.e., 0.2 , 0.5 and 0.6⁰C lower. For the minimum temperatures, the values obtained were 1.4 , 2.3 and 1.5⁰C higher.
 - b - Blue polyethylene provided maximum values which were 1.0 , 3.0 and 2.6⁰C lower ; for the mean values, the differences were 0.3 , 0.0 and 1.8⁰C lower. Minimum temperature values were 1.5 , 2.5 and 1.3⁰C higher.
 - c - Transparent white polyethylene provided maximum temperature values which were 2.5 , 6.2 and 6.5⁰C lower ; mean values 1.3 , 0.7 and 0.4⁰C higher and minimum values 3.4 , 4.4 and 2.0⁰C also higher.
- The use of bright black polyethylene as soil cover enhanced growth of the plants' aerial part, dry matter and leaf area as well, to a far greater extent as compared with the blue and white polyethylene.
 - The use of bright black and blue polyethylene covers resulted in an expansion of the growing period of the root system, however causing no differences in the maximum root weights as compared with the transparent white polyethylene cover and bare soil.
 - The presence of a polyethylene cover on the soil seems to have affected the plants' photosynthetic efficiency, relative growth rate and translocation towards the pods.

- Production of dry matter in the aerial part was independent on the growth of the root system.

9 - LITERATURA CITADA

ADAMS, J. E., 1962. Effect of soil temperature on grain sorghum growth and yield. Agronomy Journal, Madison, 54: 257-261.

ADAMS, J. E., 1967. Effect of mulches and bed configuration. I. Early season soil temperature and emergence of grain sorghum and corn. Agronomy Journal, Madison, 59: 595-599.

ADAMS, J. E., 1970. Effect of mulches and bed configuration. II. Soil temperature and growth and yield response of grain sorghum and corn. Agronomy Journal, Madison, 62(1): 785-790.

ALLMARAS, R. R. , W. C. BURROWS e W. E. LARSON, 1964. Early growth of corn as affected by soil temperature. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 28: 271-275.

- ANDREW, R. H. , D. A. SCHLOUGH e G. H. TENPAS, 1976. Some relationships of a plastic mulch to sweet corn maturity. Agronomy Journal, Madison, 68: 422-425.
- ARMY, T. J. e E. B. HUDSPETH, 1960. Alteration of the micro climate of the seed zone. Agronomy Journal, Madison, 52: 17-22.
- BALLIF, J. L. e P. DUTIL; 1975. Le réchauffment des sols de craie par films plastiques. Mesures et bilans thermiques. Annales Agronomiques, Paris, 26(2): 159-167.
- BEAUCHAMP, E. G. e D. J. LATHWELL, 1966. Effect of root zone temperatures on corn leaf morphology. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 46: 593-601.
- BEAUCHAMP, E. G. e D. J. LATHWELL, 1967. Root-zone temperature effects on the early development of maize. Plant and Soil, Gravenhage, 26: 224-234.
- BENINCASA, M. M. P. , M. BENINCASA , R. J. LATANZE , M. T. G. JUNQUETTI, 1976. Método não destrutivo para estimativa da área foliar de *Phaseolus vulgaris* L. Científica, Jaboticabal, 4: 43-48.
- BENNETT, O. L. , D. A. ASHLEY e B. D. DOSS, 1966. Cotton responses to black plastic mulch and irrigation. Agronomy Journal, Madison, 58: 57-60.
- BENOIT, G. R. e D. KIRKHAM, 1963. The effect of soil surface condtions on evaporation of soil water. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 27: 495-498.

- BOROUGHES, H. e J. R. HUNTER, 1963. The effect of temperature on the germination of cacao seeds. Proceedings of American Society for Horticultural Science, College Park, 82: 222-224.
- BRANDES, D. , C. VIEIRA , M. MAESTRI , F. R. GOMES, 1972. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I - Mudanças morfológicas e produção de matéria seca. Experientiae, Viçosa, 14(1): 1-49.
- BRAUD, H. J. e J. L. CHESNESS, 1970. Temperature effects of mulch. Louisiana Agriculture, 13(2): 12-14.
- BRUNINI, O. , J. M. dos SANTOS , R. R. ALFONSI , M. J. PEDRO JUNIOR e H. S. PINTO, 1976. Estudo micrometeorológico com cenouras (variedade Nantes). I - Influência da temperatura do solo. Bragantia, Campinas, 35(4): 49-54.
- CLARKSON, V. A., 1960. Effect of black polyethylene mulch on soil and microclimate temperature and nitrate level. Agronomy Journal, Madison, 52(6): 307-309.
- COLLINS, W. B., 1976. Effects of mulches on emergence and yield of potatoes. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 56: 887-880.
- COURTER, J. W. e N. F. OEBKER, 1964. Comparisons of paper and polyethylene mulching on yields of certain vegetable crops. Proceedings of American Society for Horticultural Science, College Park, 85: 526-531.

- DECICO, A., 1974. A determinação das propriedades térmicas do solo em condições de campo. Piracicaba, ESALQ/USP. 78 p. (Tese de Livre Docência).
- DENISON, E. L. , R. H. SHAW e B. F. VANCE, 1953. Effect of summer mulches on yields of everbearing strawberries, soil temperature and soil moisture. Iowa State College Journal Science, Ames, 28: 167-175.
- EMMERT, E. M., 1957. Black polyethylene for mulching vegetables. Proceedings of American Society for Horticultural Science, College Park, 69: 464-469.
- GLINIECKI, V. L., 1959. Evaluating polyethylene films for agriculture. Down to Earth, Midland, 15(3): 7-9.
- HARRIS, R. E., 1965. Polyethylene covers and mulches for corn and bean production in Northern Regions. Proceedings of American Society for Horticultural Science, College Park, 87: 288-294.
- HENSEL, D. R., 1968. Response of potatoes to mulching at different planting and harvesting dates. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Deland, 81: 153-158.
- KNAVEL, D. E. e H. C. MOHR, 1967. Distribution of roots of four different vegetables under paper and polyethylene mulches. Proceedings of American Society for Horticultural Science, College Park, 91: 589-597.

- KNOLL, H. A. , D. J. LATHWELL e N. C. BRADY, 1964. Effect of root zone temperature at various stages of the growing period on the growth of corn. Agronomy Journal, Madison, 56: 143-145.
- KNOLL, H. A. , N. C. BRADY e D. J. LATHWELL, 1964. Effects of soil temperature and phosphorus fertilization on the growth and phosphorus content of corn. Agronomy Journal, Madison, 56: 145-147.
- LAW, R. e P. J. M. COOPER- 1976. The effect and importance of soil temperature in determining the early growth rate and final grain yields of maize in Western Kenya. East African Agricultural and Forestry Journal, Nairobi, 41 (3): 189-200.
- LEE, S. S. , G. O. ESTES e O. S. WELLS, 1978. Effects of slitted polyethylene mulches on soil temperature and yield of sweet corn. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 58: 55-61.
- LEHENBAUER, P. A., 1914. Growth of maize seedlings in relation to temperature. Physiological Research, Baltimore , 1: 247-288.
- LITAY, A. M. e H. TIESSEN, 1970. Influences of polyethylene coated paper mulch on soil environment. Journal of American Society for Horticultural Science, College Park, 95: 395-398.
- MARTIN, J. H. , J. W. TAYLOR e R. W. LENKEL, 1935. Effect of soil temperature and depth of planting on the emergence and development of sorghum seedling in the greenhouse. Journal of the American Society of Agronomy, Washington, 27: 660-665.

- MEDERSKI, H. J. e J. B. JONES Jr., 1963. Effect of soil temperature on corn plant development and yield: I - Studies with a corn hybrid. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, 27: 186-187.
- MIYASAKA, S. , E. S. FREIRE e H. A. A. MASCARANHAS, 1965. Efeito da matéria orgânica sobre a produção de feijoeiro. Bragantia, Campinas, 24: LIX-LXI.
- NIELSEN, K. F. , R. L. HALSTEAD , A. J. MACLEAN , R. M. HOLMES e S. J. BOURGET, 1960. The influence of soil temperature on the growth and mineral composition of oats. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 40: 255-263.
- NIELSEN, K. F. e E. C. HUMPHRIES, 1966. Effects of root temperature on plant growth. Soils and Fertilizers, Farnham Royal, 29: 1-7.
- PENDLETON, J. W. , D. B. PETERS e J. W. PEEK, 1966. Role of reflected light in the corn ecosystem. Agronomy Journal , Madison, 58: 73-74.
- PESSALA, R. e K. HARDH, 1977. Mulching in the cultivation of pickling cucumber. Annales Agriculturae Fenniae, 16: 64-71.
- QUINBY, J. R. , N. W. KRAMER , J. C. STEPHENS , K. A. LAHR e R. E. KARPER, 1958. Grain sorghum production in Texas. Texas Agri. Exp. Sta. Bul., College Station, 912.
- RADFORD, P. J., 1967. Growth analysis formulae. Their use and abuse. Crop Science, Madison, 7: 171-175.

- RANZANI, G. , O. FREIRE e T. KINJO, 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba, Piracicaba, ESALQ/Centro de Estudos de Solo. 85 p.
- REICHARDT, K. , F. GROHMANN , P. L. LIBARDI e S. V. QUEIROZ, 1976. Spatial variability of physical properties of a tropical soil. I - Geometric properties. Boletim Técnico CENA, Piracicaba, nº 4 , 27 p.
- REVUT, V. I., 1973. Possibility of controlling the thermal regime of soils by mulching. Soviet Soil Science, Washington, 5(1): 117-122.
- ROSENBERG, N. J., 1974. Microclimate. The biological environment. New York, John Wiley & Sons. 315 p.
- SMITH, A., 1931. Effect of paper mulches on soil temperature, soil moisture and yields of certain crops. Hilgardia, Berkeley, 6: 159-201.
- VOTH, V. e R. S. BRINGHURST, 1959. Polyethylene over strawberries. California Agriculture, Berkeley, 13(5): 5-14.
- VOTH, V. e R. S. BRINGHURST, 1961. Pruning and polyethylene mulching of summer-planted strawberries in Southern California. Proceedings of American Society for Horticultural Science, College Park, 78: 275-280.
- WALKER, J. M., 1969. One-degree increments in soil temperature affect maize seedling behavior. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, 33: 729-736.

- WALLACE, D. N. e H. M. MUNGER, 1966. Studies of the physiological beans pod yield differences. II - Variations in dry matter distribution among serial organs for several dry beans varieties. Crop Science, Madison, 6: 503-507.
- WATSON, D. J., 1952. The physiological basis of variation in yield. Advances in Agronomy, Palo Alto, 4: 101-145.
- WATTS, W. R., 1973. Soil temperature and leaf expansion in *Zea mays*. Experimental Agriculture, London, 9: 1-8.
- WEAVER, J. E., 1926. Root development of field crops. New York, Mc Graw-Hill, 23-28.
- WIJK, W. R. van , W. E. LARSON e W. C. BURROWS, 1959. Soil temperature and the early growth of corn from mulched and unmulched soil. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 23: 428-434.
- WIJK, V. R. van, 1965. Soil microclimate, its creation, observation and modification. In: Agricultural Meteorology. Meteorological Abstracts, Boston, 6: 59-73.
- WILLIS, W. O. , W. E. LARSON E D. KIRKHAM, 1957. Corn growth as affected by soil temperature and much. Agronomy Journal, Madison, 49: 323-328.
- YAMAGUCHI, M. , H. TIMM e A. R. SPURR, 1964. Effects of soil temperature on growth and nutrition of potato plants and tuberization, composition, and periderm structure of tubers. Proceedings of American Society for Horticultural Science, College Park, 84: 412-423.

10 - A P Ê N D I C E

TABELA 1 - Valores de temperatura do solo medidas em milivolts, de 30 em 30 minutos, no dia 31/03/79.

0,004 mv = 0,1°C

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
6,00 hs					
2	0,725	0,720	0,710	0,665	0,800
5	0,800	0,790	0,800	0,720	0,865
10	0,885	0,885	0,905	0,830	0,960
15	0,940	0,945	0,965	0,900	1,020
25	0,980	1,000	1,010	0,955	1,080
40	1,005	1,025	1,025	0,980	1,085
6,30 hs					
2	0,730	0,730	0,720	0,670	0,800
5	0,795	0,800	0,800	0,725	0,865
10	0,880	0,885	0,905	0,830	0,960
15	0,940	0,950	0,965	0,900	1,020
25	0,980	1,000	1,010	0,960	1,070
40	1,010	1,025	1,040	0,985	1,085
7,00 hs					
2	0,740	0,745	0,725	0,680	0,800
5	0,790	0,790	0,800	0,730	0,860
10	0,880	0,875	0,900	0,820	0,945
15	0,930	0,940	0,960	0,890	1,005
25	0,970	1,000	1,000	0,945	1,060
40	1,000	1,020	1,025	0,980	1,080
7,30 hs					
2	0,765	0,760	0,765	0,710	0,820
5	0,800	0,800	0,805	0,740	0,870
10	0,865	0,865	0,895	0,820	0,940
15	0,920	0,940	0,940	0,885	1,000
25	0,965	0,990	1,000	0,950	1,060
40	1,000	1,020	1,025	0,970	1,080

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
8,00 hs					
2	0,840	0,840	0,860	0,810	0,880
5	0,820	0,825	0,840	0,785	0,890
10	0,865	0,860	0,890	0,765	0,940
15	0,910	0,925	0,940	0,875	0,990
25	0,965	0,980	0,985	0,940	1,050
40	1,000	1,020	1,020	0,970	1,080
8,30 hs					
2	0,905	0,940	0,940	0,900	0,935
5	0,855	0,880	0,885	0,830	0,910
10	0,870	0,880	0,900	0,820	0,940
15	0,940	0,930	0,940	0,865	0,980
25	0,960	0,985	0,980	0,940	1,040
40	1,000	1,015	1,020	0,970	1,065
9,00 hs					
2	0,920	0,945	0,940	0,900	0,960
5	0,880	0,905	0,910	0,860	0,940
10	0,880	0,885	0,900	0,840	0,940
15	0,905	0,920	0,940	0,865	0,980
25	0,960	0,980	0,980	0,930	1,040
40	0,990	1,010	1,020	0,965	1,055
9,30 hs					
2	0,980	1,020	1,030	0,980	1,045
5	0,915	0,940	0,945	0,905	0,995
10	0,890	0,900	0,915	0,850	0,965
15	0,910	0,925	0,940	0,870	0,990
25	0,950	0,985	0,980	0,930	1,040
40	0,990	1,000	1,020	0,965	1,075
10,00 hs					
2	1,030	1,040	1,090	1,020	1,095
5	0,940	0,980	1,000	0,940	1,020
10	0,905	0,920	0,925	0,860	0,980
15	0,910	0,930	0,940	0,880	0,990
25	0,960	0,980	0,980	0,940	1,030
40	0,985	1,000	1,020	0,965	1,060

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Profundidade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
10,30 hs					
2	1,050	1,080	1,130	1,070	1,125
5	0,970	1,010	1,040	0,980	1,065
10	0,925	0,940	0,940	0,890	1,000
15	0,925	0,940	0,940	0,880	1,000
25	0,940	0,970	0,970	0,920	1,025
40	0,985	1,000	1,010	0,960	1,060
11,00 hs					
2	1,070	1,100	1,175	1,110	1,150
5	1,000	1,025	1,075	1,020	1,090
10	0,940	0,950	0,960	0,910	1,005
15	0,940	0,940	0,945	0,890	0,990
25	0,945	0,970	0,970	0,920	1,030
40	0,980	1,000	1,010	0,950	1,050
11,30 hs					
2	1,130	1,170	1,265	1,190	1,170
5	1,040	1,090	1,120	1,080	1,110
10	0,965	0,995	0,990	0,945	1,030
15	0,940	0,965	0,970	0,920	1,000
25	0,960	0,980	0,985	0,940	1,025
40	0,990	1,005	1,020	0,975	1,065
12,00 hs					
2	1,160	1,200	1,340	1,240	1,180
5	1,080	1,120	1,180	1,160	1,140
10	0,980	1,000	1,005	1,200	1,140
15	0,945	0,960	0,970	1,200	1,130
25	0,945	0,980	0,970	1,210	1,030
40	0,980	1,010	1,030	1,230	1,025
12,30 hs					
2	1,200	1,220	1,390	1,290	1,205
5	1,105	1,115	1,220	1,180	1,200
10	1,000	1,040	1,040	1,005	1,000
15	0,970	0,990	1,000	1,000	1,000
25	0,970	0,980	0,980	1,005	1,020
40	0,990	1,030	1,020	1,020	1,040

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Profundidade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
13,00 hs					
2	1,220	1,215	1,410	1,270	1,225
5	1,120	1,150	1,260	1,210	1,170
10	1,020	1,060	1,040	1,040	1,060
15	0,970	1,000	0,980	0,980	1,020
25	0,960	0,980	0,980	0,980	1,000
40	0,990	1,000	1,020	0,970	1,030
13,30 hs					
2	1,300	1,165	1,425	1,295	1,260
5	1,170	1,140	1,280	1,230	1,200
10	1,035	1,075	1,065	1,080	1,100
15	0,980	1,000	0,990	0,965	1,040
25	0,965	0,970	0,965	0,940	1,020
40	0,980	1,000	0,985	0,960	1,040
14,00 hs					
2	1,340	1,200	1,480	1,350	1,280
5	1,250	1,180	1,340	1,295	1,240
10	1,100	1,120	1,120	1,140	1,150
15	1,030	1,050	1,040	1,030	1,080
25	1,000	1,020	1,000	0,980	1,040
40	1,020	1,030	1,020	0,990	1,050
14,30 hs					
2	1,310	1,180	1,460	1,350	1,210
5	1,225	1,170	1,330	1,300	1,200
10	1,100	1,100	1,120	1,150	1,125
15	1,025	1,035	1,030	1,030	1,050
25	0,980	0,970	0,980	0,950	1,020
40	1,005	1,010	1,000	0,970	1,030
15,00 hs					
2	1,300	1,165	1,440	1,360	1,190
5	1,210	1,125	1,310	1,300	1,190
10	1,100	1,080	1,100	1,155	1,110
15	1,015	1,020	1,030	1,025	1,060
25	0,970	0,965	0,965	0,940	1,010
40	0,980	0,980	0,970	0,940	1,000

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno Preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
15,30 hs					
2	1,255	1,150	1,420	1,380	1,200
5	1,200	1,120	1,300	1,320	1,190
10	1,100	1,070	1,110	1,165	1,130
15	1,025	1,000	1,030	1,040	1,080
25	0,970	0,940	0,970	0,940	1,015
40	0,970	0,940	0,970	0,940	1,015
16,00 hs					
2	1,180	1,145	1,380	1,345	1,200
5	1,160	1,145	1,300	1,310	1,200
10	1,100	1,115	1,155	1,180	1,170
15	1,040	1,050	1,070	1,060	1,120
25	0,980	0,995	1,000	0,950	1,060
40	0,980	0,995	1,000	0,950	1,045
16,30 hs					
2	1,170	1,100	1,340	1,340	1,200
5	1,140	1,125	1,270	1,290	1,200
10	1,100	1,100	1,150	1,190	1,175
15	1,040	1,050	1,080	1,080	1,120
25	0,980	1,000	1,020	0,970	1,055
40	0,980	0,985	1,000	0,940	1,050
17,00 hs					
2	1,080	1,050	1,260	1,260	1,120
5	1,100	1,100	1,230	1,240	1,160
10	1,090	1,100	1,150	1,180	1,160
15	1,050	1,060	1,080	1,080	1,130
25	0,985	1,000	1,020	0,980	1,070
40	0,985	0,990	1,000	0,950	1,050
17,30 hs					
2	1,030	1,020	1,180	1,150	1,070
5	1,080	1,060	1,190	1,190	1,130
10	1,085	1,090	1,140	1,180	1,155
15	1,040	1,055	1,080	1,075	1,120
25	0,980	0,980	0,980	0,975	1,060
40	0,980	0,980	0,990	0,940	1,040

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Profun- didade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
18,00 hs					
2	0,970	0,960	1,080	1,075	1,020
5	1,040	1,040	1,140	1,115	1,115
10	1,070	1,090	1,120	1,160	1,155
15	1,070	1,060	1,085	1,090	1,130
25	1,000	1,015	1,025	0,995	1,080
40	0,990	0,985	1,010	0,955	1,040
18,30 hs					
2	0,935	0,930	1,045	1,000	1,000
5	1,020	1,025	1,110	1,095	1,095
10	1,075	1,080	1,130	1,165	1,150
15	1,060	1,075	1,080	1,135	1,090
25	1,005	1,020	1,035	1,080	1,080
40	0,970	1,000	1,020	1,065	1,030
19,00 hs					
2	0,900	0,900	1,000	0,960	0,970
5	0,990	0,990	1,080	1,045	1,080
10	1,060	1,070	1,120	1,110	1,140
15	1,060	1,070	1,100	1,085	1,145
25	1,025	1,030	1,050	1,015	1,100
40	0,990	1,005	1,010	0,970	1,070
19,30 hs					
2	0,880	0,860	0,950	0,910	0,940
5	0,950	0,950	1,030	1,000	1,040
10	1,040	1,040	1,090	1,080	1,120
15	1,050	1,060	1,090	1,080	1,140
25	1,025	1,030	1,050	1,020	1,100
40	1,000	1,020	1,030	0,980	1,070
20,00 hs					
2	0,850	0,845	0,940	0,880	0,920
5	0,940	0,940	1,000	0,965	1,025
10	1,030	1,030	1,080	1,050	1,100
15	1,045	1,060	1,090	1,080	1,140
25	1,030	1,040	1,060	1,025	1,100
40	1,000	1,020	1,035	0,980	1,080

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
20,30 hs					
2	0,840	0,840	0,900	0,845	0,910
5	0,920	0,920	0,980	0,940	1,000
10	1,000	1,015	1,060	1,030	1,100
15	1,035	1,040	0,080	1,060	1,120
25	1,030	1,030	1,060	1,025	1,100
40	1,000	1,020	1,025	0,985	1,075
21,00 hs					
2	0,820	0,820	0,885	0,830	0,885
5	0,900	0,900	0,965	0,910	0,980
10	0,980	0,990	1,050	1,010	1,080
15	1,030	1,040	1,070	1,040	1,120
25	1,030	1,040	1,060	1,020	1,120
40	1,000	1,020	1,025	0,985	1,080
21,30 hs					
2	0,805	0,800	0,865	0,800	0,880
5	0,900	0,880	0,960	0,890	0,975
10	0,985	0,980	1,040	1,000	1,070
15	1,025	1,025	1,060	1,040	1,105
25	1,040	1,040	1,060	1,030	1,100
40	1,010	1,030	1,030	1,000	1,080
22,00 hs					
2	0,790	0,780	0,840	0,780	0,855
5	0,870	0,870	0,920	0,760	0,950
10	0,970	0,965	1,020	0,970	1,050
15	1,020	1,020	1,045	1,020	1,100
25	1,025	1,040	1,050	1,020	1,100
40	1,000	1,020	1,030	0,985	1,080
22,30 hs					
2	0,790	0,785	0,825	0,750	0,840
5	0,870	0,860	0,920	0,850	0,940
10	0,980	0,960	1,025	0,960	1,045
15	1,010	1,020	1,045	1,020	1,100
25	1,040	1,040	1,045	1,020	1,100
40	1,020	1,020	1,040	0,990	1,085

continua ...

TABELA 1 - Continuação

Profun- didade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
23,00 hs					
2	0,770	0,765	0,800	0,740	0,830
5	0,850	0,840	0,900	0,840	0,940
10	0,950	0,945	1,020	0,945	1,035
15	1,000	1,000	1,045	1,000	1,100
25	1,025	1,040	1,050	1,020	1,100
40	1,005	1,025	1,040	1,000	1,080
23,30 hs					
2	0,760	0,760	0,795	0,730	0,835
5	0,840	0,840	0,880	0,840	0,935
10	0,940	0,960	0,990	0,940	1,030
15	1,000	1,020	1,045	1,000	1,085
25	1,025	1,040	1,065	1,025	1,100
40	1,015	1,025	1,050	1,000	1,100

TABELA 2 - Valores de temperatura do solo medidos em milivolts, de 30 em 30 minutos, no dia 12/04/79.
 $0,004 \text{ mv} = 0,1^{\circ}\text{C}$

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
6,00 hs					
2	0,740	0,735	0,685	0,635	0,800
5	0,790	0,785	0,765	0,700	0,840
10	0,880	0,855	0,865	0,810	0,920
15	0,930	0,920	0,920	0,880	0,970
25	0,970	0,970	0,965	0,940	1,020
40	0,980	0,980	0,985	0,960	1,025
6,30 hs					
2	0,765	0,760	0,720	0,665	0,820
5	0,820	0,810	0,790	0,730	0,865
10	0,900	0,885	0,890	0,820	0,940
15	0,950	0,940	0,940	0,900	0,985
25	0,920	0,990	1,000	0,960	1,045
40	1,020	1,020	1,010	0,980	1,060
7,00 hs					
2	0,720	0,710	0,675	0,620	0,795
5	0,770	0,745	0,730	0,670	0,805
10	0,840	0,820	0,835	0,770	0,880
15	0,900	0,880	0,880	0,840	0,935
25	0,940	0,940	0,925	0,900	0,970
40	0,965	0,945	0,940	0,920	0,985
7,30 hs					
2	0,730	0,720	0,710	0,640	---
5	0,750	0,740	0,730	0,670	0,800
10	0,820	0,800	0,800	0,745	0,860
15	0,875	0,850	0,860	0,820	0,920
25	0,920	0,915	0,900	0,880	0,950
40	0,940	0,930	0,935	0,900	0,970

continua ...

TABELA 2 - Continuação

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
8,00 hs					
2	0,740	0,745	0,800	0,785	0,820
5	0,765	0,760	0,790	0,745	0,850
10	0,820	0,845	0,840	0,800	0,900
15	0,865	0,900	0,890	0,855	0,950
25	0,910	0,940	0,940	0,910	1,000
40	0,940	0,975	0,965	0,940	1,020
8,30 hs					
2	0,840	0,840	0,900	0,900	0,900
5	0,840	0,830	0,850	0,820	0,880
10	0,875	0,860	0,860	0,800	0,910
15	0,920	0,900	0,820	0,850	0,950
25	0,960	0,960	0,940	0,920	1,000
40	0,980	0,980	0,980	0,945	1,020
9,00 hs					
2	0,840	0,815	0,895	0,920	0,885
5	0,810	0,800	0,840	0,820	0,855
10	0,830	0,820	0,820	0,765	0,875
15	0,860	0,860	0,850	0,800	0,900
25	0,900	0,910	0,900	0,865	0,950
40	0,940	0,940	0,930	0,900	0,980
9,30 hs					
2	0,970	0,990	1,040	1,085	1,020
5	0,905	0,940	0,945	0,950	0,950
10	0,890	0,890	0,890	0,850	0,930
15	0,920	0,915	0,900	0,875	0,965
25	0,960	0,965	0,945	0,920	1,000
40	0,985	0,985	0,980	0,950	1,025
10,00 hs					
2	1,045	1,070	1,110	1,145	1,080
5	0,945	0,980	1,000	1,000	1,000
10	0,900	0,900	0,900	0,880	0,940
15	0,920	0,910	0,900	0,860	0,960
25	0,945	0,925	0,940	0,910	0,990
40	0,980	0,980	0,980	0,920	1,020

continua ...

TABELA 2 - Continuação

Profun- didade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
10,30 hs					
2	1,100	1,120	1,180	1,220	1,100
5	0,990	1,030	1,040	1,055	1,020
10	0,920	0,920	0,920	0,900	0,950
15	0,920	0,905	0,900	0,860	0,960
25	0,940	0,945	0,940	0,900	0,980
40	0,970	0,970	0,970	0,940	1,020
11,00 hs					
2	1,160	1,080	1,250	1,200	1,130
5	1,030	1,030	1,095	1,100	1,045
10	0,930	0,940	0,940	0,920	0,960
15	0,910	0,905	0,905	0,880	0,940
25	0,940	0,940	0,925	0,900	0,970
40	0,960	0,965	0,960	0,925	1,000
11,30 hs					
2	1,200	1,140	1,340	1,340	1,170
5	1,080	1,080	1,160	1,170	1,080
10	0,950	0,960	0,965	0,965	0,985
15	0,930	0,920	0,920	0,900	0,950
25	0,935	0,940	0,925	0,900	0,970
40	0,965	0,965	0,965	0,935	1,000
12,00 hs					
2	1,220	1,140	1,365	1,350	1,210
5	1,095	1,095	1,185	1,210	1,100
10	0,970	0,980	0,990	0,990	0,980
15	0,925	0,930	0,930	0,900	0,960
25	0,925	0,930	0,920	0,890	0,960
40	0,955	0,950	0,950	0,920	0,980
12,30 hs					
2	1,300	1,160	1,400	1,400	1,200
5	1,160	1,100	1,240	1,270	1,120
10	1,000	0,990	1,020	1,040	1,020
15	0,940	0,940	0,940	0,930	0,960
25	0,940	0,940	0,925	0,880	0,960
40	0,950	0,960	0,940	0,910	0,980

continua ...

TABELA 2 - Continuação

Profundidade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
13,00 hs					
2	1,210	1,120	1,385	1,365	1,160
5	1,160	1,100	1,280	1,295	1,125
10	1,045	1,040	1,065	1,100	1,050
15	0,970	0,960	0,980	0,970	1,010
25	0,940	0,960	0,945	0,920	1,000
40	0,970	0,980	0,970	0,940	1,020
13,30 hs					
2	1,340	1,140	1,450	1,420	1,170
5	1,200	1,100	1,290	1,300	1,120
10	1,075	1,030	1,095	1,120	1,050
15	0,980	0,980	1,000	0,990	1,000
25	0,940	0,955	0,960	0,920	0,980
40	0,970	0,980	0,980	0,940	1,010
14,00 hs					
2	1,320	1,150	1,510	1,460	1,200
5	1,200	1,110	1,320	1,325	1,140
10	1,065	1,040	1,100	1,140	1,055
15	0,975	0,980	1,000	1,000	1,005
25	0,920	0,950	0,960	0,930	0,970
40	0,940	0,960	0,960	0,930	1,000
14,30 hs					
2	1,190	1,050	1,370	1,340	1,120
5	1,160	1,080	1,300	1,320	1,120
10	1,080	1,035	1,120	1,150	1,050
15	0,980	0,980	1,020	1,020	0,990
25	0,940	0,945	0,960	0,920	0,960
40	0,940	0,945	0,955	0,920	0,970
15,00 hs					
2	1,280	1,100	1,375	1,320	1,120
5	1,190	0,980	1,280	1,300	1,100
10	1,080	1,040	1,120	1,135	1,060
15	1,000	0,990	1,025	1,030	1,015
25	0,940	0,940	0,945	0,920	0,970
40	0,940	0,955	0,945	0,920	0,980

continua ...

TABELA 2 - Continuação

Profun- didade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
15,30 hs					
2	1,310	1,080	1,360	1,370	1,120
5	1,195	1,060	1,270	1,300	1,110
10	1,085	1,020	1,120	1,160	1,070
15	1,000	0,990	1,020	1,040	1,020
25	0,940	0,940	0,970	0,940	0,970
40	0,940	0,940	0,950	0,940	0,985
16,00 hs					
2	1,160	1,035	1,280	1,260	1,190
5	1,140	1,055	1,240	1,250	1,100
10	1,100	1,040	1,130	1,165	1,080
15	1,020	1,010	1,045	1,055	1,030
25	0,945	0,950	0,965	0,940	0,980
40	0,940	0,945	0,950	0,925	0,980
16,30 hs					
2	1,100	1,020	1,220	1,200	0,980
5	1,120	1,050	1,200	1,220	1,100
10	1,090	1,050	1,120	1,155	1,090
15	1,030	1,000	1,040	1,055	1,045
25	0,980	0,965	0,980	0,940	1,000
40	0,960	0,950	0,950	0,920	0,990
17,00 hs					
2	1,050	0,980	1,140	1,130	1,060
5	1,085	1,040	1,160	1,170	1,090
10	1,085	1,040	1,120	1,140	1,090
15	1,045	1,020	1,070	1,060	1,060
25	0,990	0,970	0,980	0,950	1,010
40	0,960	0,960	0,960	0,930	0,985
17,30 hs					
2	1,020	0,990	1,100	1,100	1,055
5	1,080	1,035	1,140	1,130	1,080
10	1,090	1,050	1,120	1,140	1,090
15	1,070	1,030	1,075	1,070	1,070
25	1,000	0,980	1,000	0,980	1,020
40	0,980	0,970	0,970	0,940	1,005

continua ...

TABELA 2 - Continuação

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
18,00 hs					
2	1,040	0,990	1,075	1,040	1,040
5	1,080	1,040	1,120	1,120	1,085
10	1,115	1,065	1,130	1,135	1,110
15	1,080	1,040	1,110	1,090	1,100
25	1,030	1,010	1,025	1,010	1,050
40	0,990	0,990	0,990	0,960	1,040
18,30 hs					
2	0,970	0,940	1,020	0,980	0,990
5	1,040	1,000	1,080	1,050	1,050
10	1,080	1,040	1,100	1,100	1,090
15	1,060	1,040	1,070	1,070	1,080
25	1,020	1,000	1,020	1,000	1,030
40	0,980	0,980	0,980	0,940	1,015
19,00 hs					
2	0,950	0,940	1,030	0,940	0,985
5	1,045	0,985	1,070	1,025	1,060
10	1,070	1,060	1,090	1,085	1,100
15	1,080	1,060	1,120	1,100	1,100
25	1,045	1,020	1,080	1,020	1,080
40	1,020	1,000	1,000	0,970	1,040
19,30 hs					
2	0,925	0,900	0,965	0,920	0,940
5	0,990	0,965	1,025	0,980	1,040
10	1,060	1,030	1,080	1,060	1,080
15	1,060	1,040	1,080	1,060	1,080
25	1,040	1,020	1,040	1,020	1,060
40	1,000	1,000	1,010	0,970	1,040
20,00 hs					
2	0,890	0,860	0,910	0,880	0,920
5	0,950	0,940	0,980	0,940	0,990
10	1,030	1,000	1,040	1,010	1,045
15	1,045	1,020	1,045	1,030	1,070
25	1,030	1,010	1,020	1,000	1,045
40	0,995	0,980	0,980	0,970	1,030

continua ...

TABELA 2 - Continuação

Profun- didade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
20,30 hs					
2	0,865	0,850	0,890	0,840	0,900
5	0,945	0,920	0,940	0,910	0,980
10	1,020	0,990	1,030	1,000	1,050
15	1,045	1,020	1,040	1,030	1,070
25	1,040	1,010	1,040	1,000	1,060
40	1,000	0,990	0,990	0,970	1,040
21,00 hs					
2	0,845	0,835	0,860	0,815	0,900
5	0,920	0,900	0,940	0,900	0,960
10	1,000	0,980	1,020	0,980	1,040
15	1,040	1,010	1,040	1,020	1,060
25	1,030	1,010	1,020	1,000	1,055
40	1,000	0,985	0,980	0,960	1,040
21,30 hs					
2	0,840	0,815	0,840	0,800	0,890
5	0,930	0,900	0,940	0,880	0,960
10	1,010	0,980	1,020	0,970	1,030
15	1,040	1,015	1,040	1,010	1,060
25	1,030	1,015	1,030	1,010	1,050
40	1,015	0,990	1,000	0,970	1,040
22,00 hs					
2	0,835	0,820	0,845	0,795	0,890
5	0,905	0,890	0,930	0,870	0,960
10	0,990	0,970	1,000	0,970	1,040
15	1,030	1,000	1,030	1,010	1,050
25	1,030	1,015	1,030	1,010	1,050
40	1,015	1,000	1,020	0,980	1,045
22,30 hs					
2	0,820	0,800	0,820	0,770	0,880
5	0,900	0,880	0,910	0,840	0,940
10	0,980	0,945	1,000	0,940	1,000
15	1,020	0,990	1,020	0,990	1,045
25	1,030	1,000	1,025	0,990	1,060
40	1,000	1,000	1,000	0,975	1,040

continua ...

TABELA 2 - Continuação

Profundidade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
23,00 hs					
2	0,820	0,800	0,820	0,770	0,870
5	0,900	0,870	0,905	0,840	0,940
10	0,970	0,940	1,000	0,940	1,000
15	1,020	0,920	1,030	0,980	1,040
25	1,030	1,000	1,050	1,020	1,040
40	1,000	1,010	1,000	0,980	1,040
23,30 hs					
2	0,800	0,790	0,790	0,740	0,850
5	0,880	0,850	0,880	0,820	0,920
10	0,970	0,940	0,970	0,920	0,990
15	1,015	0,980	1,010	0,980	1,025
25	1,030	1,015	1,020	1,000	1,050
40	1,010	1,000	1,000	0,980	1,040

TABELA 3 - Valores de temperatura do solo medidos em milivolts, de 30 em 30 minutos, no dia 27/04/79.
 $0,004 \text{ mv} = 0,1^{\circ}\text{C}$

Profundidade (cm)	Poliuretano azul	Poliuretano preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliuretano branco transparente
6,00 hs					
2	0,630	0,620	0,590	0,580	0,660
5	0,700	0,690	0,670	0,640	0,720
10	0,800	0,760	0,790	0,740	0,800
15	0,850	0,820	0,840	0,800	0,850
25	0,890	0,875	0,900	0,850	0,900
40	0,920	0,900	0,940	0,890	0,925
6,30 hs					
2	0,640	0,640	0,600	0,580	0,660
5	0,720	0,700	0,675	0,645	0,725
10	0,800	0,775	0,800	0,740	0,800
15	0,860	0,830	0,850	0,800	0,850
25	0,900	0,880	0,910	0,860	0,900
40	0,930	0,910	0,940	0,900	0,940
7,00 hs					
2	0,645	0,650	0,610	0,590	0,665
5	0,715	0,700	0,680	0,640	0,730
10	0,800	0,770	0,790	0,740	0,800
15	0,850	0,820	0,850	0,800	0,865
25	0,900	0,880	0,910	0,860	0,900
40	0,935	0,910	0,940	0,890	0,940
7,30 hs					
2	0,680	0,675	0,650	0,645	0,700
5	0,720	0,710	0,700	0,670	0,740
10	0,795	0,770	0,790	0,740	0,800
15	0,850	0,830	0,850	0,800	0,850
25	0,900	0,880	0,905	0,860	0,905
40	0,930	0,910	0,940	0,900	0,940

continua ...

TABELA 3 - Continuação

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
8,00 hs					
2	0,740	0,720	0,745	0,780	0,770
5	0,740	0,720	0,730	0,720	0,750
10	0,790	0,760	0,780	0,735	0,800
15	0,845	0,820	0,830	0,790	0,840
25	0,880	0,870	0,890	0,840	0,900
40	0,925	0,900	0,940	0,880	0,930
8,30 hs					
2	0,780	0,730	0,780	0,750	0,760
5	0,760	0,730	0,760	0,730	0,760
10	0,790	0,760	0,785	0,740	0,800
15	0,840	0,810	0,830	0,785	0,840
25	0,890	0,860	0,890	0,840	0,890
40	0,915	0,900	0,940	0,880	0,935
9,00 hs					
2	0,820	0,780	0,840	0,820	0,850
5	0,800	0,755	0,800	0,780	0,805
10	0,800	0,770	0,800	0,750	0,800
15	0,840	0,810	0,825	0,780	0,840
25	0,885	0,875	0,880	0,840	0,880
40	0,920	0,910	0,935	0,885	0,920
9,30 hs					
2	0,860	0,800	0,820	0,840	0,870
5	0,820	0,780	0,840	0,800	0,825
10	0,805	0,780	0,800	0,760	0,800
15	0,840	0,805	0,820	0,780	0,820
25	0,880	0,860	0,870	0,835	0,800
40	0,920	0,900	0,930	0,880	0,920
10,00 hs					
2	1,000	0,820	0,970	0,900	0,960
5	0,890	0,800	0,890	0,820	0,860
10	0,815	0,780	0,800	0,780	0,810
15	0,830	0,800	0,820	0,785	0,820
25	0,870	0,850	0,860	0,830	0,880
40	0,905	0,885	0,910	0,880	0,900

continua ...

TABELA 3 - continuação

Profun- didade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
10,30 hs					
2	1,070	0,920	1,070	0,940	1,015
5	0,940	0,845	0,960	0,880	0,910
10	0,850	0,800	0,850	0,800	0,840
15	0,830	0,800	0,840	0,800	0,820
25	0,870	0,860	0,870	0,840	0,770
40	0,910	0,890	0,920	0,880	0,900
11,00 hs					
2	1,080	0,920	1,100	0,990	1,030
5	0,960	0,860	0,980	0,900	0,920
10	0,860	0,805	0,840	0,810	0,840
15	0,830	0,805	0,820	0,800	0,830
25	0,860	0,840	0,850	0,815	0,860
40	0,900	0,890	0,920	0,870	0,900
11,30 hs					
2	1,150	0,960	1,170	1,100	1,085
5	1,000	0,880	1,015	0,960	0,950
10	0,865	0,820	0,860	0,830	0,850
15	0,825	0,805	0,840	0,800	0,820
25	0,845	0,840	0,850	0,825	0,850
40	0,880	0,880	0,900	0,860	0,890
12,00 hs					
2	1,170	0,990	1,210	1,140	1,100
5	1,040	0,910	1,070	1,020	0,990
10	0,900	0,860	0,910	0,870	0,880
15	0,850	0,840	0,860	0,830	0,860
25	0,850	0,860	0,870	0,840	0,865
40	0,900	0,900	0,920	0,980	0,910
13,00 hs					
2	1,180	0,970	1,150	1,240	1,020
5	1,090	0,940	1,080	1,120	1,000
10	0,960	0,880	0,940	0,940	0,920
15	0,880	0,850	0,890	0,855	0,870
25	0,860	0,860	0,875	0,840	0,860
40	0,900	0,900	0,900	0,860	0,900

continua ...

TABELA 3 - Continuação

Profundidade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
13,30 hs					
2	1,200	0,985	1,160	1,300	1,100
5	1,090	0,940	1,090	1,130	1,010
10	0,965	0,890	0,940	0,940	0,920
15	0,880	0,850	0,890	0,860	0,870
25	0,860	0,850	0,870	0,840	0,860
40	0,880	0,890	0,900	0,870	0,890
14,00 hs					
2	1,260	1,010	1,160	1,365	1,110
5	1,130	0,965	1,100	1,180	1,040
10	1,020	0,915	0,980	0,970	0,980
15	0,920	0,880	0,920	0,880	0,920
25	0,890	0,870	0,890	0,850	0,900
40	0,910	0,900	0,925	0,870	0,930
14,30 hs					
2	1,130	0,980	1,130	1,170	1,050
5	1,100	0,960	1,100	1,120	1,030
10	1,030	0,930	1,020	1,000	0,980
15	0,940	0,900	0,940	0,910	0,940
25	0,905	0,890	0,900	0,880	0,900
40	0,930	0,910	0,920	0,880	0,940
15,00 hs					
2	1,120	0,970	1,120	1,140	1,040
5	1,080	0,960	1,080	1,100	1,020
10	1,030	0,940	0,990	1,000	0,980
15	0,960	0,900	0,940	0,920	0,920
25	0,920	0,890	0,900	0,880	0,890
40	0,920	0,900	0,915	0,880	0,920
15,30 hs					
2	1,100	0,970	1,100	1,100	1,020
5	1,090	0,950	1,070	1,070	1,010
10	1,030	0,930	0,980	0,990	0,970
15	0,960	0,900	0,940	0,930	0,940
25	0,910	0,870	0,880	0,880	0,890
40	0,910	0,900	0,900	0,880	0,920

continua ...

TABELA 3 - Continuação

Profun- didade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
16,00 hs					
2	1,050	0,940	1,050	1,030	1,000
5	1,050	0,940	1,030	1,030	1,010
10	1,020	0,930	0,970	0,980	0,980
15	0,970	0,910	0,930	0,920	0,940
25	0,910	0,890	0,880	0,860	0,910
40	0,900	0,900	0,880	0,870	0,910
16,30 hs					
2	1,010	0,930	1,020	1,000	0,980
5	1,020	0,940	1,020	1,000	0,985
10	1,010	0,920	0,970	0,980	0,970
15	0,980	0,900	0,940	0,920	0,940
25	0,930	0,880	0,890	0,880	0,920
40	0,910	0,900	0,890	0,880	0,920
17,00 hs					
2	0,990	0,920	1,010	0,970	0,965
5	1,010	0,940	1,025	0,980	0,990
10	1,000	0,920	1,000	0,970	0,980
15	0,970	0,910	0,970	0,940	0,945
25	0,920	0,890	0,940	0,890	0,920
40	0,920	0,900	0,920	0,870	0,920
17,30 hs					
2	0,970	0,900	0,970	0,930	0,950
5	1,000	0,920	1,000	0,940	0,980
10	1,000	0,925	1,000	0,960	0,980
15	0,970	0,910	0,980	0,940	0,940
25	0,930	0,890	0,940	0,900	0,920
40	0,920	0,900	0,920	0,880	0,920
18,30 hs					
2	0,905	0,860	0,900	0,760	0,900
5	0,950	0,890	0,940	0,900	0,940
10	0,980	0,920	0,980	0,940	0,960
15	0,970	0,920	0,970	0,930	0,960
25	0,940	0,910	0,940	0,890	0,930
40	0,920	0,910	0,935	0,880	0,920

continua ...

TABELA 3 - Continuação

Profun- didade (cm)	Poliétileno azul	Poliétileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Poliétileno branco transparente
19,00 hs					
2	0,900	0,850	0,900	0,850	0,890
5	0,940	0,900	0,940	0,890	0,940
10	0,980	0,920	0,980	0,930	0,970
15	0,980	0,920	0,980	0,930	0,950
25	0,950	0,920	0,950	0,900	0,930
40	0,930	0,910	0,940	0,880	0,930
19,30 hs					
2	0,880	0,840	0,880	0,830	0,870
5	0,930	0,880	0,930	0,880	0,940
10	0,970	0,900	0,970	0,920	0,970
15	0,970	0,910	0,980	0,920	0,950
25	0,960	0,900	0,940	0,900	0,940
40	0,930	0,920	0,930	0,800	0,930
20,00 hs					
2	0,840	0,820	0,860	0,800	0,860
5	0,900	0,860	0,900	0,850	0,900
10	0,950	0,910	0,960	0,910	0,940
15	0,950	0,920	0,980	0,920	0,940
25	0,950	0,910	0,960	0,910	0,940
40	0,940	0,905	0,940	0,900	0,940
20,30 hs					
2	0,820	0,800	0,840	0,790	0,840
5	0,900	0,860	0,900	0,830	0,900
10	0,950	0,890	0,960	0,900	0,940
15	0,960	0,910	0,970	0,910	0,950
25	0,950	0,910	0,960	0,900	0,940
40	0,940	0,910	0,940	0,890	0,940
21,00 hs					
2	0,800	0,780	0,805	0,760	0,805
5	0,880	0,830	0,880	0,820	0,880
10	0,840	0,880	0,950	0,890	0,930
15	0,960	0,900	0,960	0,900	0,940
25	0,960	0,910	0,960	0,900	0,940
40	0,940	0,910	0,940	0,900	0,940

continua ...

TABELA 3 - Continuação

Profundidade (cm)	Polietileno azul	Polietileno preto brilhante	Referência	Solo nu	Polietileno branco transparente
21,30 hs					
2	0,800	0,770	0,800	0,750	0,800
5	0,860	0,820	0,860	0,800	0,860
10	0,920	0,870	0,930	0,880	0,910
15	0,950	0,900	0,950	0,900	0,940
25	0,945	0,900	0,950	0,900	0,940
40	0,930	0,900	0,940	0,890	0,940
22,00 hs					
2	0,780	0,760	0,790	0,740	0,800
5	0,850	0,820	0,840	0,800	0,860
10	0,910	0,860	0,920	0,860	0,910
15	0,940	0,890	0,940	0,900	0,940
25	0,940	0,900	0,940	0,900	0,940
40	0,930	0,910	0,940	0,900	0,940
22,30 hs					
2	0,780	0,750	0,780	0,740	0,800
5	0,840	0,800	0,840	0,790	0,850
10	0,900	0,850	0,905	0,860	0,900
15	0,940	0,880	0,940	0,900	0,930
25	0,940	0,900	0,940	0,900	0,930
40	0,930	0,900	0,940	0,900	0,940
23,00 hs					
2	0,780	0,740	0,780	0,740	0,790
5	0,840	0,790	0,830	0,785	0,840
10	0,900	0,840	0,900	0,860	0,900
15	0,935	0,870	0,940	0,890	0,920
25	0,940	0,900	0,940	0,900	0,940
40	0,935	0,900	0,940	0,900	0,940