

TESTE DO MÉTODO DA ZONA AGRO-ECOLÓGICA PARA A ESTIMATIVA
DA PRODUTIVIDADE MÁXIMA DA ERVILHA (*Pisum sativum* L.)

JOSÉ E. FIGUEIREDO NETO¹, CLAUDINEI A. MINCHIO², NEWTON MAYER FILHO¹,
MARIA E. VIEGAS SERRA¹, CLOVIS ALBERTO VOLPE³

RESUMO - A produtividade máxima (potencial) de uma cultura para um dado local, geralmente, é determinada em estações experimentais. É um termo que entra em alguns modelos de estimativa de produtividade e é de grande importância quando se pretende quantificar o efeito do déficit hídrico no crescimento e produtividade de uma cultura. Entre os métodos de estimativa da produtividade máxima encontra-se o método da zona agro-ecológica que se baseia na produtividade potencial de uma cultura padrão com algumas correções de acordo com a espécie, devido a processos controlados geneticamente. Neste trabalho, procurou-se definir a estação de crescimento da ervilha (*Pisum sativum* L.) em Jaboticabal. Em seguida testou-se o método da zona agro-ecológica para a estimativa da produtividade potencial de cinco cultivares de ervilha nas condições edafo-climáticas de Jaboticabal.

TEST OF THE AGRO-ECOLOGICAL ZONE METHOD FOR ESTIMATION
THE MAXIMUM YIELD FOR PEAS (*Pisum sativum* L.)

SUMMARY - The maximum yield level of a crop for any region is usually determined in experimental stations. The maximum yield is a parameter used in the models for estimating the actual yield and it is of the great importance when water deficit is required to show the changing of growth and yield. Between the methods for the maximum yield estimating there is the agro-ecological zone method. In this method, for a given climate, the possible potential yield is calculated for a standard crop by using the concept of De Wit with some correction by genetically controlled process. The growing season for pea (*Pisum sativum* L.), Jaboticabal location was defined. The agro-ecological zone method for potential yield of five pea varieties in the environmental conditions were testified.

¹ Eng^{os} Agr^{os}, estagiários do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP. 14870 - Jaboticabal - SP.

² Graduando em Agronomia, estagiário do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP. 14870 - Jaboticabal - SP.

³ Professor do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP. 14870 - Jaboticabal - SP.

INTRODUÇÃO

A produtividade máxima de uma cultura é primeiramente determinada pelas suas características genéticas e pela adaptação das plantas ao meio ambiente. As necessidades das culturas, quanto ao clima, solo e água, para um desenvolvimento e uma produtividade ótimos, variam em função da cultura e dentro da cultura de variedade para variedade. A produtividade máxima de uma cultura é definida como o rendimento de colheita de uma determinada variedade, bem adaptada às condições do meio ambiente, incluindo o tempo disponível para alcançar a maturidade, sob condições onde água, nutrientes, pragas e doenças não limitem a produção.

A produtividade máxima (potencial) de uma cultura, para um dado local que, geralmente, é determinada através de resultados obtidos em estações experimentais, é um termo que entra em alguns modelos de estimativa da produtividade. A determinação da produtividade máxima de uma cultura é de grande importância quando se pretende quantificar o efeito do déficit hídrico no crescimento e na produtividade dessa cultura. A razão entre a produtividade atual, em condições onde não haja restrição hídrica, e a produtividade máxima permite comparar diversas cultivares quanto ao grau de adaptação em uma determinada região.

Entre os métodos de determinação da produtividade máxima existe o método da zona agro-ecológica, descrito por DOORENBOS & KASSAM (1979) que se baseia na produtividade potencial de uma cultura padrão, calculada através do conceito de DE WIT (1965) usando-se dados de radiação solar e algumas correções de acordo com a espécie, devido a processos controlados geneticamente.

Neste trabalho testou-se o método da zona agro-ecológica para a determinação da produtividade máxima da ervilha nas condições edafo-climáticas de Jaboticabal, SP.

MATERIAL E MÉTODO

Os experimentos foram realizados na área experimental do Departamento de Ciências Exatas da FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal. As coordenadas geográficas são: 21°15'22" S; 48°18'58" W; 595 m. O clima da região é Cwa, com chuvas de verão e relativamente seco no inverno. O solo foi classificado como Latossol Vermelho-Escuro fase arenosa (Oxisol). Inicialmente procurou-se definir a estação de crescimento da ervilha em Jaboticabal. Atrá

vês dos dados mensais de temperatura do ar e da precipitação, entre os anos de 1956 a 1985, determinou-se as normais mensais desses elementos. Com esses dados determinou-se a evapotranspiração potencial média mensal através da metodologia proposta por THORNTHWAITE (1948). Determinou-se a distribuição de frequência de precipitação mensal utilizando-se as fórmulas de Weilbull apresentadas por DOORENBOS & PRUITT (1975). Isso foi feito para os meses de abril, maio, junho, julho e agosto. Em seguida plotou-se para cada mês os dados de chuvas de acordo com a frequência de ocorrência. Como objetivo de se verificar a probabilidade de chover igual ou mais que a demanda ideal da cultura determinou-se a evapotranspiração máxima, multiplicando-se os valores mensais de evapotranspiração potencial pelos coeficientes de cultura apresentados por DOORENBOS & KASSAM (1979).

Foram utilizadas as seguintes cultivares de ervilha: Rag-1020, Cobri, Kri^{ter}, Mikado e Triofin. As sementeiras foram realizadas nos anos de 1983, 1984, 1985 e 1986. Dentro de cada ano, para cada cultivar, foram efetuadas no mínimo uma e no máximo três sementeiras, entre os meses de abril a junho. A Tabela 1 apresenta as datas de sementeiras das cultivares durante os quatro anos.

TABELA 1 - Datas e número de sementeiras das cultivares nos anos de 1983, 1984, 1985 e 1986.

Cultivar	Datas de Sementeiras				Nº de Sementeira
	1983	1984	1985	1986	
Rag-1020	15/4 02/5	24/4	23/4 21/5		5
Cobri	15/4 02/5		23/4 21/5 25/6		5
Kri ^{ter}	02/5	24/4 12/6	16/5 21/5 25/6		6
Mikado	02/5	24/4 16/5	23/4 21/5	24/4	6
Triofin	15/4 02/5	24/4 12/6		24/4	5

O espaçamento utilizado foi de 0,20 m entre linhas e 0,05 m entre

TABELA 2 - Radiação solar que chega no topo da atmosfera (R_{AA} em cal.cm².dia⁻¹) e taxa de produção de matéria seca em um dia completamente nublado (y_o) e um dia completamente claro (y_c) (em kg.ha⁻¹.dia⁻¹) para uma cultura padrão.

	Norte		Sul		Março		Abr.		Maio		Jun.		Jul.		Agos.		Set.		Out.		Nov.		Dez.			
	Jan.	Fev.	Março	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abr.	Maio	Jun.	
R_{AA}	343	360	369	364	349	337	343	357	368	365	349	337	343	357	368	365	349	337	343	357	368	365	349	337	343	357
y_c	413	424	429	426	417	410	413	422	429	427	418	410	413	422	429	427	418	410	413	422	429	427	418	410	413	422
y_o	219	226	230	228	221	216	218	225	230	228	222	216	218	225	230	228	222	216	218	225	230	228	222	216	218	225
R_{AA}	299	332	359	375	377	374	375	377	359	345	311	374	375	377	359	345	311	374	375	377	359	345	311	374	375	
y_c	376	401	422	437	440	440	440	439	431	411	385	440	440	439	431	411	385	440	440	439	431	411	385	440	440	439
y_o	197	212	225	234	236	235	236	235	230	218	203	235	236	235	230	218	203	235	236	235	230	218	203	235	236	235
R_{AA}	249	293	337	375	394	400	399	386	357	313	264	400	399	386	357	313	264	400	399	386	357	313	264	400	399	
y_c	334	371	407	439	460	468	465	451	425	387	348	468	465	451	425	387	348	468	465	451	425	387	348	468	465	
y_o	170	193	215	235	246	250	249	242	226	203	178	250	249	242	226	203	178	250	249	242	226	203	178	250	249	
R_{AA}	191	245	303	363	400	417	411	384	333	270	210	417	411	384	333	270	210	417	411	384	333	270	210	417	411	
y_c	281	333	385	437	471	489	483	456	412	356	299	489	483	456	412	356	299	489	483	456	412	356	299	489	483	
y_o	137	168	200	232	251	261	258	243	216	182	148	261	258	243	216	182	148	261	258	243	216	182	148	261	258	
R_{AA}	131	190	260	339	396	422	413	369	298	220	151	422	413	369	298	220	151	422	413	369	298	220	151	422	413	
y_c	219	283	353	427	480	506	497	455	390	314	241	506	497	455	390	314	241	506	497	455	390	314	241	506	497	
y_o	99	137	178	223	253	268	263	239	200	155	112	268	263	239	200	155	112	268	263	239	200	155	112	268	263	

sementes obtendo-se um stand aproximado de um milhão de plantas por hectare. As adubações na semeadura e de cobertura foram efetuadas de acordo com a análise química do solo em cada ano e seguindo as recomendações técnicas do IAC (Campinas). Em todos os anos as plantas foram mantidas sem restrição hídrica através de irrigação por aspersão. Não houve ataques de pragas e doenças.

A estimativa da produtividade máxima foi efetuada através do método da zona agro-ecológica.

Cálculos.

a) Produção total de matéria seca de uma cultura padrão

$$Y_o \text{ (kg.ha}^{-1}\text{.di}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

$$Y_o = F \cdot y_o + (1 - F) \cdot y_c \quad (2)$$

onde

$$F = \frac{\bar{R}_{AA} - 0,5 K\downarrow}{0,8 \bar{R}_{AA}} \quad (3)$$

onde F a fração do período do dia em que o céu está nublado; \bar{R}_{AA} a radiação fotossinteticamente ativa que atingiria a superfície na ausência da atmosfera. É considerada como sendo 41% da radiação solar que atingiria a superfície terrestre na ausência da atmosfera (R_A cal.cm².di⁻¹); $K\downarrow$ a radiação solar global média do período (cal.cm².di⁻¹); y_o a taxa de produção total de matéria seca de uma cultura padrão para um dado local em um dia completamente nublado (kg.ha⁻¹.di⁻¹). Usou-se dados da Tabela 2 interpolados para a latitude de 21° S; y_c a taxa de produção total de matéria seca de uma cultura padrão para um dado local em um dia completamente claro (kg.ha⁻¹.di⁻¹). Usou-se dados da Tabela 2 interpolados para a latitude de 21° S.

b) Correção para a espécie e temperatura

Através dos dados da Tabela 3 fez-se, em seguida, ajuste para a produção total de matéria seca para a espécie ervilha e de acordo com a temperatura média do ar durante a estação de crescimento.

Dessa maneira para a ervilha os valores de y_o e y_c podem ser ajustados através da expressão:

$$Y_o = F (0,5 + 0,025 y_m) y_o + (1 - F) \cdot (0,05 \cdot y_m) y_c \text{ (kg.ha}^{-1}\text{.di}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

TABELA 3 - Taxa de produção (y_m em $kg.ha^{-1}.hora^{-1}$) para grupos de produção e temperatura média.

GRUPO DE CULTURA	Temperatura Média ($^{\circ}C$)								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Alfafa, Feijão, Ervilha, Tomate, Batata, Beterraba, Trigo.	5	15	20	20	15	5	0	0	0
Citrus, Algodão, Amendoim, Arroz, Soja, Tabaco.	0	0	15	32,5	35	35	32,5	5	0
Algumas variedades de milho e sorgo.	0	5	45	65	65	65	45	5	0
Milho, Sorgo, Cana-de-Açúcar.	0	0	5	45	65	65	65	45	5

c) Correção em função do desenvolvimento da cultura (CL)

Devido ao fato de que a taxa de crescimento da cultura no início e no final do ciclo é cerca de 50% da taxa durante o crescimento máximo e também devido que assume-se que IAF de uma cultura padrão seja 5, corrige-se a taxa de crescimento em função do Índice de área foliar usando-se um fator CL multiplicativo.

IAF	1	2	3	4	≥ 5
CL	0,2	0,3	0,4	0,48	0,5

A área foliar foi determinada multiplicando-se o produto do comprimento pela maior largura da folha por um fator k. Este fator k foi determinado experimentalmente para cada cultivar e ele representa um determinado valor que torna nulo o coeficiente linear da equação de regressão linear entre o produto do comprimento pela largura e a área foliar real (STEEL & TORRIE, 1960). A Tabela 4 apresenta o valor de k para diversas cultivares.

d) Correção para a produção líquida de matéria seca (CN)

Para sustentar a produção de matéria seca, energia é requerida pela planta através da respiração e somente a energia remanescente é utilizada para produzir novo crescimento, a qual é cerca de 0,6 para época fria (temperatura média $< 20^{\circ}C$) e 0,5 para época quente (temperatura média $> 20^{\circ}C$).

TABELA 4 - Valor do fator (k) que anula o coeficiente linear da reta, e coeficiente de correlação (r).

Cultivar	k	r
Rag-1020	0,65	0,95
Cobri	0,66	0,97
Kriter	0,66	0,97
Spiket	0,67	0,97
Mikado	0,67	0,93
Triofin	0,66	0,97
Kalife	0,64	0,96
Pacemaker	0,68	0,95
Caprice	0,63	0,93

e) Correção pelo índice de colheita (CH)

No caso da ervilha, como apenas os grãos são colhidos e comercializados, a produção de matéria seca total deverá ser corrigida pelo índice de colheita (CH).

Em resumo a produtividade máxima de grãos (Y_m) de cada cultivar e em cada época de plantio, com G dias no período de crescimento foi determinado por:

$$Y_m = CL \cdot CN \cdot CH \cdot G \left[F (0,5 + 0,025 y_m) y_o + (1 - F) (0,05 y_m) y_c \right] \text{ (kg.ha}^{-1}\text{.período}^{-1}\text{)} \quad (5)$$

Os dados de temperatura do ar verificados durante os experimentos foram obtidos junto à Estação Meteorológica do Campus, situada próximo à área experimental. A radiação solar global foi medida através de um piranômetro Eppley (sensor) acoplado a um potenciômetro tipo Speedomax (registrador). Nos dias em que a radiação solar global não foi medida, ela foi estimada através de equações de regressão apresentadas por SANTOS *et alii* (1983).

Os dados de produção foram obtidos através da colheita das plantas das parcelas, separação das vagens e grãos e conversão da produção de grãos em kg/ha. Após a colheita retirou-se da produção de cada parcela 5 g de grãos, que em recipientes separados e tarados foram postos a secar em estufa a 105°C por um período de 24 horas, após o qual, foram novamente pesados e desta maneira através da expressão (BRASIL, 1967):

$$U\% = \frac{100 \cdot (P - p)}{P - t} \quad (6)$$

onde P é o peso inicial da amostra (g), p é o seu peso final (g) e t é o peso do recipiente (g), foi determinado o teor de umidade (U%) das amostras.

Através da expressão:

$$P_{cc} = \frac{P_c (100 - U\%)}{100 - U_d\%} \quad (7)$$

onde P_{cc} é a produção corrigida (kg/ha), P_c é a produção inicial ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), U% é o teor de umidade determinado e $U_d\%$ é o teor de umidade desejado (13%) pode-se padronizar os dados de produção para uma mesma umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 e na Figura 1 são apresentadas as normais de temperatura média do ar, precipitação e evapotranspiração potencial para Jaboticabal no período de 1956 a 1985.

Os meses de janeiro e fevereiro apresentam temperaturas médias mais elevadas enquanto que as temperaturas médias mais baixas são observadas nos meses de junho e julho, determinando uma amplitude térmica anual de $5,8^{\circ}\text{C}$. Em relação ao fator térmico verifica-se que o período de abril a setembro é o melhor para a produção de ervilha na região, pois nesses meses a temperatura média do ar aproxima-se da faixa ótima para o crescimento ($15 - 18^{\circ}\text{C}$) e esta entre os limites fixados como de produção econômica da ervilha ($10 - 23^{\circ}\text{C}$).

Nos meses de janeiro e dezembro ocorrem as maiores precipitações no ano e as menores em julho e agosto. Nota-se uma distribuição irregular das chuvas durante o ano, determinando uma amplitude de 230,1 mm. Observa-se que a evapotranspiração potencial é maior nos meses de janeiro e dezembro e menor nos meses de junho e julho, e que durante o período compreendido entre abril a setembro a evapotranspiração potencial é maior que a precipitação, determinando um possível déficit hídrico na região.

A Tabela 6 mostra os valores mensais de precipitação, evapotranspiração potencial e máxima, de abril a agosto para Jaboticabal. Nota-se, através dessa tabela, que a evapotranspiração máxima supera a precipitação no período de maio a junho. Considerando uma cultivar de ervilha com ciclo de cerca de 120 dias e que foi semeada em abril e colhida em agosto, tem-se, provavelmente, deficiência hídrica que acarretará prejuízos à produtividade,

pois as fases de florescimento e enchimento dos grãos ocorrerão nesse período.

TABELA 5 - Normais mensais de temperatura média do ar (T), precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) de Jaboticabal, SP. (1956 a 1985).

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)
Janeiro	23,3	232,7	117,7
Fevereiro	23,3	202,6	101,5
Março	22,9	159,6	104,0
Abril	21,3	68,0	81,2
Maio	19,0	42,6	60,2
Junho	17,6	30,5	45,9
Julho	17,5	28,2	47,9
Agosto	19,4	23,0	64,2
Setembro	21,3	64,0	84,0
Outubro	22,3	134,2	100,9
Novembro	21,8	145,2	99,0
Dezembro	22,0	253,1	104,6
Ano	21,0	1383,7	1011,1

TABELA 6 - Valores médios mensais de precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração máxima (ETM) durante a estação de crescimento da ervilha em Jaboticabal, SP, no período de abril a agosto (1956/1985).

Mês	P (mm)	ETP (mm)	ETM (mm)
Abril	68,0	81,2	32,5
Maio	42,6	60,2	48,2
Junho	30,5	45,9	55,1
Julho	28,2	47,9	33,5
Agosto	23,0	64,2	19,3

Na Figura 2 observa-se a distribuição de probabilidade de ocorrências de chuvas no período de abril a agosto e através dela pode-se determinar qual a probabilidade de chover igual ou mais que a evapotranspiração potencial ou máxima dos referidos meses. Na Tabela 7 verifica-se a probabilidade de ocorrência de chuvas iguais ou maiores que a evapotranspiração potencial e máxima de abril a agosto. Em todos os meses, exceto em junho, a probabilidade de chover mais ou igual a evapotranspiração potencial é menor do que a probabilidade de chover igual ou mais que a evapotranspiração máxima. Os valores encontrados indicam poucas possibilidades de ocorrência de chuvas que reponham a água perdida por evapotranspiração nos meses de maio a agosto.

TABELA 7 - Probabilidade de ocorrência de chuvas iguais ou maiores que a evapotranspiração potencial e máxima (método de Weibull).

Mês	Probabilidade de Chover (\geq ETP)	Probabilidade de Chover (\geq ETM)
Abril	40%	70%
Maio	26%	35%
Junho	24%	19%
Julho	31%	32%
Agosto	9%	42%

Em vista do exposto, observa-se que, na região de Jaboticabal, há necessidade de irrigação na cultura da ervilha no período de abril a agosto, pois ocorrem baixas precipitações, a evapotranspiração máxima supera a precipitação nos meses de maio a junho e, além disso, é baixa a probabilidade de chover as quantidades de água evapotranspirada pela cultura nesses meses.

Por outro lado, o atraso na semeadura pode levar a colheita a períodos onde é maior a frequência de precipitações elevadas, as quais prejudicarão a qualidade dos grãos a serem colhidos.

A produtividade real e a produtividade máxima (potencial) assim como a relação entre as duas produtividades e o desvio entre a produtividade de estimada e a real das cultivares Rag-1020, Cobri, Kriker, Mikado e Trio fin encontram-se respectivamente nas Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12.

A produtividade real foi obtida em condições ótimas de umidade e fertilidade do solo como também não houve durante o crescimento e desenvolvimento das culturas ataque de pragas ou incidência de doenças que pudessem

comprometer a produtividade final. As variáveis eram a temperatura, umidade do ar e radiação solar. Já, a produtividade potencial de uma cultivar é condicionada pelo ambiente e pela sua carga genética. A produtividade potencial diminui à medida que ocorre alguma restrição climática. No presente trabalho a produtividade potencial foi estimada através do método da zona agroecológica proposto por DOORENBOS & KASSAM (1979). Neste método são impostas restrições quanto à temperatura média do ar e radiação solar; a umidade do solo não é considerada como elemento de penalização, pois a cultura deve ser mantida sem restrição hídrica.

Através da Tabela 8 nota-se que, para a cultivar Rag-1020, a produtividade real foi superior à produtividade potencial estimada, em duas épocas de semeadura. Nas outras três semeaduras observou-se superestimativas da produtividade potencial. Houve, entre as épocas de semeadura, grande variabilidade tanto da produtividade observada como da produtividade estimada. Considerando os valores médios das épocas de semeadura nota-se que a equação superestimou a produtividade.

TABELA 8 - Dados de semeaduras, valores de produtividade real e potencial e a relação entre as produtividades para a cultivar Rag-1020 (kg/ha).

Semeaduras	Produt. Real (YA)	Produt. Potencial (Ym)	YA/Ym	Desvio (%)
15/4/83	1926,7	1411,3	1,36	-26,8
23/4/85	1695,9	2430,8	0,69	43,3
24/4/84	1061,5	1440,9	0,73	35,7
02/5/83	1295,4	1533,1	0,84	18,3
21/5/85	2408,0	2273,9	1,05	-5,6
Média	1677,5	1818,0	0,92	8,0

Na Tabela 9 tem-se que para a cultivar Cobri a equação superestimou a produtividade em duas épocas de semeadura, chegando a 77,9% em uma delas. Considerando os valores médios das semeaduras a equação superestimou a produtividade em 2,3%. Houve, também para essa cultivar, grande variabilidade, entre épocas de semeadura, na produtividade observada.

Para a cultivar Kriter a equação subestimou a produtividade em todas as épocas de semeadura, conforme pode ser visto na Tabela 10. Em todas as semeaduras a produtividade estimada foi inferior a produtividade observada, chegando a ser 65,8% em uma delas. Observou-se também grande variabili

dade da produtividade observada, entre as épocas de semeadura.

TABELA 9 - Dados de semeaduras, valores de produtividade real e potencial e a relação entre as produtividades para a cultivar Cobri (kg/ha).

Semeaduras	Produt. Real (YA)	Produt. Potencial (Ym)	YA/Ym	Desvio (%)
15/4/83	1740,2	1218,9	1,42	-30,0
23/4/85	2170,9	1949,7	1,11	-10,2
02/5/83	879,2	1286,5	0,68	46,3
21/5/85	1947,5	1748,7	1,11	-10,2
25/6/85	928,4	1642,3	0,56	77,9
Média	1533,2	1569,2	0,97	2,3

TABELA 10 - Dados de semeaduras, valores de produtividade real e potencial e a relação entre as produtividades para a cultivar Kriter (kg/ha).

Semeaduras	Produt. Real (YA)	Produt. Potencial (Ym)	YA/Ym	Desvio (%)
24/4/84	1278,5	587,6	2,17	-54,0
02/5/83	802,5	585,0	1,37	-27,1
16/5/85	1601,9	547,6	2,92	-65,8
21/5/85	2168,6	1222,9	1,77	-43,6
12/6/84	849,2	727,9	1,16	-14,3
25/6/85	1427,5	1061,8	1,34	-25,6
Média	1354,7	788,8	1,72	-41,8

Também para a cultivar Mikado a equação subestimou a produtividade em todas as épocas de semeadura como mostramos dados da Tabela 11. Observou-se grande variabilidade na produtividade entre as épocas de semeadura.

Finalmente, como mostra a Tabela 12, para a cultivar Trioфин a equação subestimou a produtividade nas 5 das 6 épocas de semeadura testadas. Apenas em uma das semeaduras a equação superestimou em 3,2% a produtividade final.

Pelo relatado percebe-se que para a maioria das cultivares de ervilha e para a maioria das épocas de semeadura testadas a equação subestimou a produtividade de grãos.

TABELA 11 - Dados de sementeiras, valores de produtividade real e potencial e a relação entre as produtividades para a cultivar Mikado (kg/ha).

Sementeiras	Produt. Real (YA)	Produt. Potencial (Ym)	YA/Ym	Desvio (%)
23/4/85	2403,2	1839,3	1,30	-23,5
24/4/84	1184,2	967,8	1,22	-18,3
24/4/86	2813,0	2445,9	1,15	-13,1
02/5/83	1219,8	1183,2	1,03	-3,0
16/5/84	2155,5	1116,5	1,93	-48,2
21/5/85	3405,6	1717,2	1,98	-49,6
Média	2196,9	1545,0	1,42	-29,7

TABELA 12 - Dados de sementeiras, valores de produtividade real e potencial e a relação entre as produtividades para a cultivar Trioфин (kg/ha).

Sementeiras	Produt. Real (YA)	Produt. Potencial (Ym)	YA/Ym	Desvio (%)
15/4/83	1295,0	914,8	1,41	-29,4
24/4/84	2924,5	1080,8	2,70	-63,0
24/4/86	2485,0	1860,5	1,50	-25,1
02/5/83	1107,5	876,5	1,26	-20,9
12/6/84	1346,2	1389,9	0,96	3,2
Média	1831,6	1224,5	1,50	-33,1

Comparando-se a média da produtividade real entre as épocas de sementeira nota-se que a cultivar mais produtiva foi a Mikado com $2196,9 \pm 879,2$ kg/ha, seguida da Trioфин com $1831,6 \pm 816,9$ kg/ha, da Rag-1020 com $1677,5 \pm 529,5$ kg/ha, da Cobri com $1533,2 \pm 594,7$ kg/ha e da Kriiter com $1354,7 \pm 508,9$ kg/ha. Observou-se também grande variação na produtividade entre as épocas de sementeira.

Quando à aplicação do método da zona agro-ecológica para a estimativa da produtividade potencial observa-se que o mesmo não se ajustou para nenhuma das cultivares, apresentando, na maioria das sementeiras, a relação entre a produtividade atual e a produtividade potencial estimada maior que a unidade, principalmente nas cultivares Kriiter, Mikado e Trioфин. Entretanto o método apresenta possibilidade de utilização desde que sejam reajusta

dos alguns parâmetros que entram na equação. Os parâmetros de ajuste da equação são o índice de área foliar, índice de colheita, duração do ciclo e a fração do período do dia em que o céu está nublado. A duração do ciclo (período emergência-maturação) expressa na equação por G dias é talvez o fator mais importante e que pode variar de época para época de semeadura uma vez que é função das unidades térmicas acumuladas no período. Em relação à fração do período do dia em que o céu está nublado (fator F) é importante destacar que ele pode variar de cultivar para cultivar. Porém, no modelo, considera-se na sua determinação, uma cultura padrão cobrindo totalmente o solo, com albedo e transmissividade ambos de 10%.

Finalmente, deve-se considerar que a equação geral é baseada no conceito de De Wit que é baseado na curva de Blackman que sugere que, independente da espécie ou cultivar, para cada erg de radiação, no intervalo de 400 - 700 nm, absorvido pelas folhas, são formados $6,7 \cdot 10^{-3}$ g de CH_2O .

CONCLUSÕES

Na região de Jaboticabal, SP, considerando-se o fator térmico, o período de abril a setembro é o melhor para a produção de ervilha, embora nesse período ocorram baixas precipitações, e é baixa a probabilidade de chover a quantidade de água evapotranspirada, sendo necessário portanto o uso da irrigação. O método da zona agro-ecológica para a estimativa da produtividade máxima (potencial), não se ajustou para nenhuma das cultivares estudadas, sendo que na maioria dos casos ele subestimou a produtividade.

AGRADECIMENTOS

À CICA, EMBRAPA e ASGROW pela cessão das sementes.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Produção Vegetal. *Regras para análises de sementes*, 1967. 199 p.
- DE WIT, C.T. Potential photosynthesis of crop surfaces. *Neth. J. Agric. Sci.*, 7:141-149, 1959.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Irrigation and drainage Paper, 33. Roma, FAO, 1979. 193 p.

- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. *Crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper, 24. Roma, FAO, 1975. 180 p.
- SANTOS, R.; ANDRÉ, R.G.B.; VOLPE, C.A. Estimativa da Radiação Solar Global em Jaboticabal, SP. *Científica*, 11(1):31-39, 1983.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, McGraw-Hill, 1960. 197 p.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38:55-94, 1948.

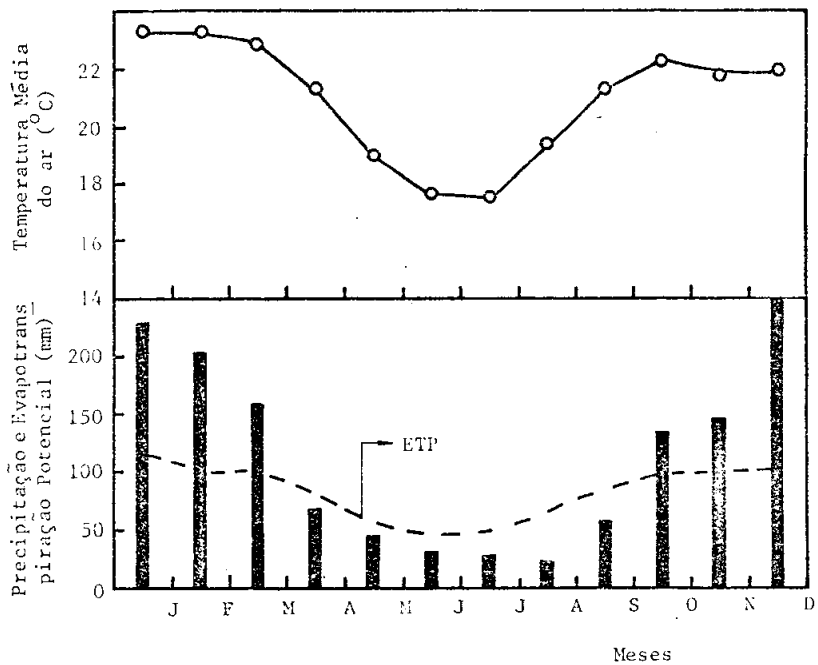
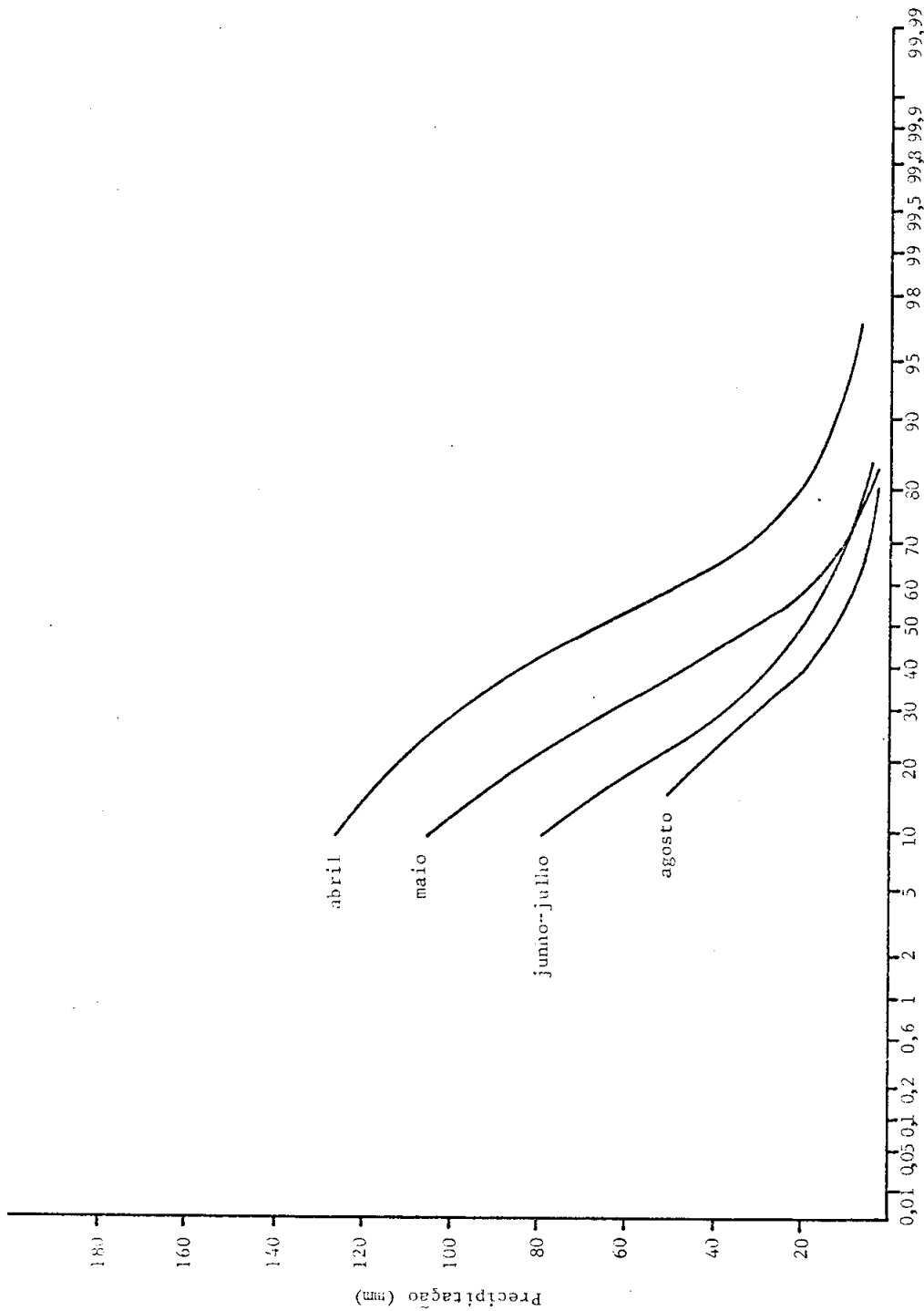


FIGURA 1 - Variação da normal mensal de temperatura do ar, precipitação e evapotranspiração potencial em Jaboticabal, SP. (1956 a 1981)



Probabilidade da precipitação ser igual ou maior que a quantidade indicada

FIGURA 2 - Distribuição de probabilidade de chuvas para os meses de abril a agosto em Jaboticabal, SP.