

ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS DA CULTURA DO TRIGO NO RIO GRANDE DO SUL¹

ANTONIO J. PASCALE² e FERNANDO S. DA MOTA³

Sumário

Entre a Faculdade de Agronomia e Veterinária de Buenos Aires, Argentina e o Instituto Agrônomo do Sul, em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, realizou-se um ensaio com a finalidade de caracterizar as exigências bioclimáticas das variedades de trigo semeadas no sul do Brasil. Compararam-se em ambas localidades (Buenos Aires e Pelotas) os comportamentos de sementeiras quinzenais de quinze variedades, entre abril e outubro de 1960 com relação a trigos argentinos bioclimaticamente conhecidos, e entre eles, mediante o Índice Heliotérmico de Geslín. Determinaram-se dois grupos de trigos, designados como semi-precoces e semi-tardios, com as seguintes características: as variedades semi-precoces aceleram seu ciclo vegetativo com temperaturas crescentes e apresentam uma manifesta indiferença ao comprimento do dia; possuem uma certa exigência em frio, que embora pequena, devem satisfazer para desenvolver-se normalmente. As variedades semi-tardias, ao contrário, exigem um determinado umbral fotoperiódico para espigar, o que as faz normalmente mais tardias, apesar de que não reagem à vernalização e seu crescimento é acelerado pelas temperaturas crescentes. Com as características climáticas do Rio Grande do Sul determinaram-se os tipos agroclimáticos para a cultura do trigo neste Estado, correlacionando-se posteriormente tais disponibilidades agroclimáticas com as necessidades bioclimáticas das variedades utilizadas pelos agricultores. Tiraram-se algumas conclusões tendentes a aumentar a segurança da colheita de trigo do sul do Brasil.

INTRODUÇÃO

É perfeitamente conhecido que o trigo é uma planta de cultivo invernal e que sua área de dispersão encontra-se entre os trópicos e os círculos polares.

Isto se deve à necessidade de satisfazer sua exigência em baixas temperaturas durante uma etapa do crescimento, o que consegue com os invernos das referidas regiões. Em certas localidades das áreas mais frias da cultura do trigo, não é possível efetuar a sementeira de variedades de inverno usando-se, então os trigos de primavera que não têm aquela exigência em baixas temperaturas, porém ao contrário, necessitam um elevado umbral fotoperiódico para o espigamento.

A característica oceanidade do Hemisfério Sul tem determinado a sementeira de trigos bioclimaticamente diferentes aos do Hemisfério Norte. Não exi-

gem dose elevada de frio invernal e não necessitam nem toleram grande comprimento do dia para a etapa reprodutiva, já que semeiam-se em latitudes onde nunca se conseguem durações de iluminação diária semelhantes às do Hemisfério Norte. Aos 40° de latitude Sul já não se encontram praticamente culturas de trigo, ao passo que nesta latitude no Hemisfério Norte, apenas começam a desenvolver-se as áreas tritícolas mais extensas.

Esta modalidade do clima, semelhantes nas áreas tritícolas australianas, sul-africanas e sul-americanas, tem determinado a sementeira de variedades que se acomodam a tais características climáticas. Em pouco mais de 50 anos foram se delineando amplas áreas tritícolas onde se utilizam variedades que, se bem possuam plasma das antigas variedades européias, devido às seleções e hibridações das linhas mais adaptadas ao ambiente climático, possuem características bioclimáticas próprias.

Dada esta diferença com os trigos tradicionais do Hemisfério Norte, impõe-se o estudo das características bioclimáticas das variedades semeadas em novas regiões tritícolas. Este é um dos principais objetivos da Bioclimatologia Agrícola, que além disso, deve indicar aos fitotecnistas quais são as deficiências climáticas que devem superar-se em futuras realizações, quando em um determinado clima não se pode efetuar uma cultura devido ao fato das varie-

¹ Trabalho realizado em colaboração entre o antigo Instituto Agrônomo do Sul e a Faculdade de Agronomia e Veterinária de Buenos Aires, constituindo o Boletim Técnico n.º 43 do atual Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul (IPEAS).

² Eng.º Agrônomo, M. 3., Professor Associado da Cátedra de Climatologia e Fenologia Agrícolas da Faculdade de Agronomia e Veterinária de Buenos Aires.

³ Eng.º Agrônomo, M. S., Diretor do IPEAS e Professor Assistente de Climatologia e Ecologia da Universidade Rural do Sul, Pelotas, Rio Grande do Sul.

dades atuais não satisfazerem suas exigências climáticas.

Em sucessivas experiências ponde-se estudar as necessidades dos trigos argentinos, assim como as características fundamentais da região tritícola argentina (Pascale & Damario 1954, 1960c, Pascale 1953, 1959). A região tritícola do sul do Brasil tem se desenvolvido baseada na adaptação de variedades selecionadas no próprio ambiente climático, estando empenhado o Instituto Agrônômico do Sul no estudo das características particulares das mesmas para utilizar tal conhecimento nas melhoras culturais do trigo na região. Vários trabalhos têm sido feitos pondo de manifesto algumas anomalias climáticas assim como as conseqüências que acarretam, o que poderia ser a causa da diminuição atual na área semeada devido à insegurança das colheitas, (Mota 1960a, 1960b).

Este trabalho tem por finalidade estudar quais são as características bioclimáticas dos trigos semeados no Rio Grande do Sul, com o propósito de determinar quais são as variedades que mais se adaptam ao ambiente climático particular e comprovar se tais variedades são atualmente semeadas nas épocas adequadas segundo suas exigências e tolerâncias climáticas.

Sendo esta uma finalidade muito importante, deve destacar-se além disso, como muito animador, o fato de que este trabalho seja fruto da colaboração entre o referido Instituto e a Faculdade de Agronomia e Veterinária de Buenos Aires, com o que pode-se considerar iniciado o intercâmbio e a informação experimental tendente a resolver problemas agrônômicos particulares ou comuns a dois ou mais países.

MATERIAL E MÉTODOS

Adotou-se um método experimental que tem sido eficiente em outras investigações de Bioclimatologia Agrícola. Consiste na realização de semeaduras contínuas, desde uma época muito anterior até uma muito posterior do que se considera normal para a espécie. A finalidade é ter-se em um mesmo solo a reação do vegetal ante os diferentes complexos ambientais resultantes das diferentes épocas em que se realizam as semeaduras. Efetuaram-se semeaduras quinzenais desde princípios de abril até meados de outubro. Compreende-se perfeitamente que a primeira semeadura estêve sujeita, entre outras variáveis climáticas, ao comprimento do dia e às temperaturas em diminuição até muito avançado seu desenvolvimento, ao passo que as últimas da série, a comprimentos do dia e temperaturas em contínuo aumento. As semeaduras restantes suportaram toda uma gama de condições climáticas intermediárias.

A combinação de elementos meteorológicos atuantes sobre o ensaio duplicou-se, pois a experiência foi feita paralelamente em dois ambientes climáticos diferentes, Buenos Aires (campo experimental da Faculdade de Agronomia e Veterinária 34° 40' lat. S, 58° 39' long. W. Gr., 22m) e Pelotas, (campo experimental do Instituto Agrônômico do Sul: 31° 45' lat. S, 52° 21' long. W. Gr., 13m). Desta maneira, resultou um ensaio de semeaduras contínuas com caráter geográfico e ecológico, pois além do fator clima influuiu também a diferença de solos das duas localidades.

Entretanto, a força do clima é muito superior à do solo e as diferenças ou semelhanças encontradas são quase exclusivamente de ordem bioclimática. Por outro lado, adicionaram-se ao ensaio outras variedades tendentes a aumentar as diferenças ou comparações de comportamento bioclimáticos. Tais foram, a semeadura de material vernalizado a partir da semadura de julho (Pelotas) e de agosto (Buenos Aires) e a utilização simultânea de trigos argentinos cujo comportamento bioclimático é bem conhecido.

Finalmente a interpretação dos resultados efetuou-se utilizando o Índice Heliotérmico de Geslin (Geslin 1944), que tem provado a sua utilidade como índice bioclimático pelos resultados obtidos na classificação das variedades de trigo, aveia, cevada e centeio, argentinos (Pascale & Damario 1954, 1960b).

As quatro variedades usadas como comparação foram: Sinvalochó M.A., Bahiense F.C.S., Eureka F.C.S. e Klein Cometa, considerados trigos típicos dos quatro grupos em que estão classificadas bioclimaticamente as variedades argentinas. Os trigos brasileiros que se analisaram, foram: Carazinho, Colônias, Frontana, Fortaleza, I.A.S. 13, I.A.S. 14, Prelúdio, Piratini, São Borja e Trintani. Além disso, em Pelotas, foram semeados: B.H. 546, Trapeano, Trintecino e H. 40-33-23, que também entraram na análise bioclimática.

Como já foi mencionado, as semeaduras se efetuaram aproximadamente cada quinze dias, entre 1.º de abril e 14 de outubro, consistindo em uma microparcela de dois sulcos de 3m de comprimento cada uma e separadas de 0,20m. Todas as variedades semearam-se lado a lado, o que também foi feito para as semeaduras com material vernalizado, formando-se um bloco com cada época de semeadura. Em Pelotas se efetuaram duas repetições, o que não foi feito em Buenos Aires. Com relação a este ponto é conveniente esclarecer que as repetições são preferíveis porém não indispensáveis nos ensaios de se-

meduras contínuas para observar comportamentos bioclimáticos, pois a análise que se faz não inclui rendimento e porque as variações fenológicas que se consegue com duas épocas de semeadura consecutivas são maiores que as que se pode encontrar nas repetições das mesmas.

Na vernalização usou-se uma técnica corrente (Pascale 1956) mantendo-se o material incipientemente germinado em geladeira à 3 - 4°C durante os quinze dias anteriores à semeadura.

As observações fenológicas registradas e necessárias para a aplicação do Índice Heliotérmico foram: nascimento, encanamento (pela observação macroscópica do primórdio floral ou visualização da gema

floral por corte do perfilho ao nível do solo) e espigamento.

O índice Heliotérmico calculou-se para os sub-períodos nascimento-encanamento, encanamento-espigamento e nascimento-espigamento, multiplicando a soma de temperaturas diárias, método direto, de cada sub-período pelo comprimento do dia no mesmo lapso, dividido por 100. Os valores se levaram a gráficos e da comparação das curvas resultantes se obtiveram as conclusões que se indicam neste trabalho. No Quadro 1 pode-se observar a planilha de cálculo da variedade Frontana para as duas localidades em que se efetuou o ensaio. Para todas as variedades o cálculo foi feito da mesma maneira.

QUADRO 1. Dados fenológicos e índices heliotérmicos das semeaduras contínuas do trigo Frontana

Pelotas

| Data de semeaduras | Datas do início | | | Germinação-primórdio | | | Primórdio-espigamento | | | Germinação-espigamento | | |
|--------------------|-----------------|-----------|-------------|----------------------|----------------------|-----|-----------------------|----------------------|----|------------------------|----------------------|-----|
| | Germinação | Primórdio | Espigamento | Soma da temp. | Duração média do dia | IH | Soma da temp. | Duração média do dia | IH | Soma da temp. | Duração média do dia | IH |
| 1-4..... | 6-4 | 20-5 | 5-7 | 761,6 | 10,1 | 77 | 601,8 | 10,1 | 61 | 1 355,3 | 10,5 | 142 |
| 14-4..... | 20-4 | 7-8 | 25-7 | 715,3 | 10,1 | 72 | 619,4 | 10,1 | 62 | 1 314,4 | 10,3 | 135 |
| 2-5..... | 9-5 | 11-7 | 13-8 | 819,1 | 10,2 | 83 | 456,9 | 10,5 | 48 | 1 264,5 | 10,3 | 130 |
| 14-5..... | 20-5 | 23-7 | 26-8 | 817,8 | 10,1 | 82 | 485,4 | 10,8 | 52 | 1 289,3 | 10,4 | 134 |
| 1-6..... | 7-6 | 29-7 | 10-9 | 704,6 | 10,1 | 71 | 587,3 | 10,1 | 59 | 1 270,7 | 10,6 | 135 |
| 21-6..... | 2-7 | 28-8 | 28-9 | 796,8 | 10,6 | 84 | 471,9 | 11,7 | 55 | 1 252,5 | 11,0 | 138 |
| 30-6..... | 11-7 | 5-9 | 2-10 | 766,2 | 10,7 | 82 | 445,0 | 11,9 | 53 | 1 197,5 | 11,1 | 133 |
| V 30-6..... | 11-7 | 29-8 | 29-9 | 687,6 | 10,6 | 73 | 474,6 | 11,8 | 56 | 1 141,2 | 11,1 | 127 |
| 14-7..... | 25-7 | 9-9 | 6-10 | 630,8 | 10,9 | 70 | 470,2 | 12,1 | 57 | 1 097,7 | 11,4 | 125 |
| V 14-7..... | 25-7 | 10-9 | 6-10 | 655,3 | 11,0 | 72 | 457,9 | 12,1 | 55 | 1 097,7 | 11,4 | 125 |
| 29-7..... | 11-8 | 24-9 | 19-10 | 655,6 | 11,4 | 75 | 484,5 | 12,6 | 61 | 1 122,1 | 11,8 | 132 |
| V 29-7..... | 11-8 | 24-9 | 17-10 | 655,6 | 11,4 | 75 | 444,0 | 12,5 | 55 | 1 081,6 | 11,8 | 128 |
| 17-8..... | 25-8 | 15-10 | 31-10 | 842,3 | 11,9 | 100 | 320,0 | 13,0 | 42 | 1 144,8 | 12,2 | 140 |
| V 17-8..... | 23-8 | 3-10 | 28-10 | 641,7 | 11,7 | 75 | 501,3 | 12,8 | 64 | 1 124,3 | 12,2 | 137 |
| 2-9..... | 9-9 | 23-10 | 10-11 | 799,9 | 12,3 | 98 | 361,0 | 13,3 | 48 | 1 137,3 | 12,6 | 143 |
| V 2-9..... | 8-9 | 21-10 | 6-11 | 778,5 | 12,3 | 96 | 319,4 | 13,2 | 42 | 1 074,4 | 12,5 | 134 |
| 22-9..... | 29-9 | 3-11 | 1-12 | 692,6 | 12,8 | 89 | 580,8 | 13,7 | 80 | 1 253,7 | 13,2 | 165 |
| V 22-9..... | 28-9 | 4-11 | 27-11 | 729,3 | 12,8 | 93 | 473,8 | 13,8 | 65 | 1 182,0 | 13,2 | 156 |
| 14-10..... | 19-10 | 29-11 | 15-12 | 803,4 | 13,4 | 108 | 368,8 | 14,1 | 52 | 1 049,0 | 13,7 | 144 |
| V 14-10..... | 17-10 | 25-11 | 12-12 | 776,3 | 13,4 | 104 | 385,5 | 14,1 | 54 | 1 143,5 | 13,6 | 155 |

Buenos Aires

| Data de semeaduras | Datas do início | | | Germinação-primórdio | | | Primórdio-espigamento | | | Germinação-espigamento | | |
|--------------------|-----------------|-----------|-------------|----------------------|----------------------|-----|-----------------------|----------------------|----|------------------------|----------------------|-----|
| | Germinação | Primórdio | Espigamento | Soma da Temp. | Duração média do dia | IH | Soma da Temp. | Duração média do dia | IH | Soma da Temp. | Duração média do dia | IH |
| 5-4..... | 11-4 | 9-6 | 5-8 | 924,2 | 11,4 | 103 | 577,5 | 10,9 | 63 | 1 501,7 | 11,2 | 168 |
| 18-4..... | 23-4 | 22-6 | 21-8 | 842,1 | 11,1 | 93 | 654,1 | 11,2 | 73 | 1 496,2 | 11,1 | 166 |
| 2-5..... | 11-5 | 19-7 | 8-9 | 950,9 | 10,9 | 103 | 632,8 | 11,8 | 75 | 1 583,7 | 11,2 | 178 |
| 16-5..... | 27-5 | 6-8 | 19-9 | 776,0 | 10,9 | 84 | 599,3 | 12,0 | 72 | 1 374,3 | 11,4 | 156 |
| 21-5..... | 8-6 | 11-8 | 22-9 | 685,3 | 11,0 | 75 | 554,1 | 12,1 | 67 | 1 239,4 | 11,4 | 142 |
| 15-6..... | 1-7 | 30-8 | 29-9 | 715,8 | 11,3 | 81 | 420,4 | 12,6 | 53 | 1 136,2 | 11,8 | 134 |
| 1-7..... | 13-7 | 9-9 | 4-10 | 703,7 | 11,6 | 82 | 398,6 | 12,8 | 51 | 1 102,3 | 12,0 | 133 |
| 18-7..... | 30-7 | 21-9 | 15-10 | 680,5 | 12,0 | 82 | 408,4 | 13,2 | 54 | 1 088,9 | 12,5 | 136 |
| 2-8..... | 11-8 | 27-9 | 22-10 | 626,1 | 12,2 | 77 | 461,2 | 13,2 | 61 | 1 087,3 | 12,7 | 138 |
| V 2-8..... | 9-8 | 21-9 | 18-10 | 571,0 | 12,2 | 69 | 469,1 | 13,4 | 63 | 1 040,1 | 12,7 | 132 |
| 19-8..... | 25-8 | 13-10 | 2-11 | 735,6 | 12,9 | 95 | 357,1 | 13,7 | 49 | 1 092,7 | 13,2 | 144 |
| V 19-8..... | 23-8 | 8-10 | 29-11 | 689,9 | 12,8 | 86 | 349,7 | 13,7 | 48 | 1 019,6 | 13,2 | 134 |
| 1-9..... | 10-9 | 22-10 | 14-11 | 710,4 | 13,3 | 94 | 433,4 | 14,5 | 63 | 1 143,8 | 13,7 | 157 |
| V 1-9..... | 7-9 | 16-10 | 10-11 | 630,0 | 13,1 | 82 | 473,1 | 14,2 | 67 | 1 103,1 | 13,6 | 149 |
| 15-9..... | 23-9 | 6-11 | 26-11 | 778,8 | 13,8 | 108 | 405,0 | 14,8 | 60 | 1 183,5 | 14,2 | 168 |
| V 15-9..... | 21-9 | 4-11 | 25-11 | 771,6 | 13,7 | 106 | 425,5 | 14,8 | 63 | 1 197,1 | 14,1 | 169 |
| 3-10..... | 19-10 | 16-11 | 7-11 | 691,6 | 14,3 | 89 | 437,9 | 15,1 | 66 | 1 129,5 | 14,6 | 165 |
| V 3-10..... | 7-10 | 14-11 | 4-12 | 711,1 | 14,2 | 101 | 406,7 | 15,0 | 71 | 1 117,8 | 14,5 | 162 |

* Material vernalizado.

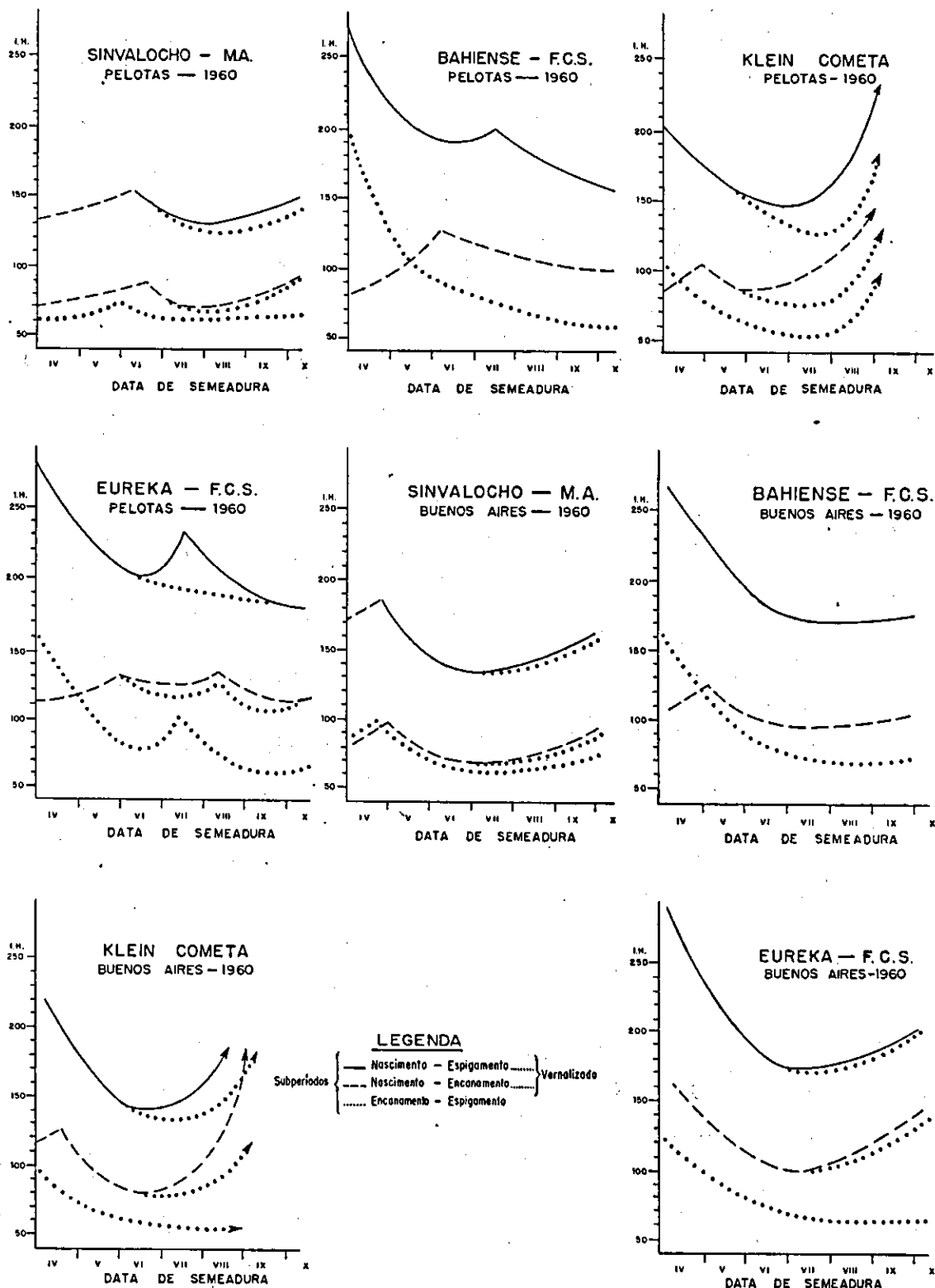


FIG. 1. Curvas de índices heliotérmicos das quatro variedades testemunhas usadas nas semeaduras contínuas de Pelotas e Buenos Aires.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento bioclimático dos trigos brasileiros

Primeiramente deve ser chamada a atenção para o fato de que os trigos que se semeiam no sul do Brasil, são o produto do meio em que vegetam e se bem possuam alguns pontos de contato com os argentinos usados como comparação, possuem características bioclimáticas próprias.

Quando se começou a semear trigo na América do Sul, usaram-se as variedades típicas do Hemisfério Norte, que se foram selecionando e cruzando até se obter as variedades adequadas para cada tipo climático, gerando-se zonas tritícolas que não o teriam sido se não se tivesse usado a acomodação do vegetal ao clima. Delinearam-se verdadeiros tipos agroclimáticos, não só de trigo, como também para outras culturas exóticas. As variedades usadas atualmente no sul do Brasil são o fruto da mencionada acomodação a esse ambiente climático e por isso os trigos usados como comparação no ensaio tiveram ali um comportamento irregular, pois em parte, não puderam satisfazer suas exigências bioclimáticas segundo o complexo ambiental atuante nas sementeiras de Pelotas. Ao contrário, em Buenos Aires, alguns trigos brasileiros em épocas de sementeiras extremas não se desenvolveram adequadamente em comparação com as variedades argentinas. Na Fig. 1 representamos graficamente as curvas de valores de I.H. para as quatro variedades de comparação, segundo seus comportamentos em Pelotas e Buenos Aires. Pode-se observar que das quatro variedades, Sinvalcho M.A. é a que melhor se comportou, o que era lógico esperar, pois é um trigo que exige pouco ou nada de frio e é tolerante a uma ampla gama de comprimentos do dia. As curvas de I.H. são semelhantes nas duas localidades. Só deve ser mencionado que como a diminuição do crescimento pela queda térmica do inverno, se produz em Pelotas mais tarde que em Buenos Aires, as primeiras sementeiras continuaram vegetando mais tempo e conseguiram chegar a espigar precocemente, indicado por valores mais baixos de I.H. em Pelotas. Isto poderá ser observado em maior ou menor grau em todas as variedades segundo sua tolerância aos dias curtos de inverno, para poder espigar.

As variedades Bahienses F.C.S. e Eureka ... F.C.S. se comportaram irregularmente em Pelotas, pois são dois trigos que exigem dias relativamente longos para espigar. Observa-se como a curva de I.H. para o sub-período encanamento-espigamento começa em um valor alto devido a que com temperaturas relativamente altas, as sementeiras outonais,

conseguem encanar porém não conseguem espigar até que os dias sejam decididamente longos. O umbral térmico para encanar é mais alto em Eureka F.C.S. que em Bahiense F.C.S., denotado pela menor precocidade de aparecimento do primórdio floral nas primeiras sementeiras de Buenos Aires. Calcula-se que estas duas variedades, que exigem dias longos para espigar e certa dose de frio no caso de Eureka F.C.S., ao semear-se em um ambiente climático como o do Rio Grande do Sul, devem comportar-se mal, pois não satisfazem suas necessidades bioclimáticas e cada época de sementeira se desenvolverá irregularmente, determinando encanamentos e espigamentos que não se ajustam a uma tendência definida que em última análise redundará em uma colheita reduzida e insegura.

No que respeita a quarta variedade de comparação-Klein Cometa, por ser mais exigente em frio que qualquer outra das sementeiras nestes ambientes sul americanos, tem um desenvolvimento aceitável quando satisfaz tal exigência. Caso contrário não se desenvolve. A grande diferença entre as curvas de I.H. do material testemunha e do vernalizado assim o demonstra. Além disso, possui uma manifesta intolerância aos dias longos superiores a 15 horas de duração, o que junto a sua exigência em temperaturas vernalizantes, a faz imprópria para a sementeira de épocas tardias.

As variedades brasileiras usadas no ensaio tiveram um comportamento que não se ajusta a nenhum dos tipos usados como testemunha. Do conjunto delas pode escolher-se dois comportamentos diferentes que parecem responder a grandes rasgos ao agrupamento que se faz dos quatro tipos de variedades argentinas a fim de simplificar a classificação (Pascale & Damario 1960a).

Com efeito as variedades dos grupos I e IV (tipo Sinvalcho M.A. e Klein Cometa) quando se as semeia em épocas adequadas desenvolvem-se precocemente, e devido a isso podem agrupar-se com a denominação de trigos semi-precoces. Ao contrário, as dos grupos II e III (tipo Bahiense F.C.S. e Eureka F.C.S.) por sua exigência fotoperiódica de comprimento do dia longo, sempre são de espigamento mais tardio, devido ao que, podem denominar-se trigos semi-tardios. Não se os designa como precoces nem como tardios para não confundirlos com as denominações similares que recebem os trigos do Hemisfério Norte, também chamados como primaverais e invernaes, pois suas exigências bio-climáticas e durações de ciclo vegetativo são diferentes. As necessidades dos trigos sul americanos são intermediárias e por isso não são tão precoces nem tão tardias: são semi-precoces e semi-tardias.

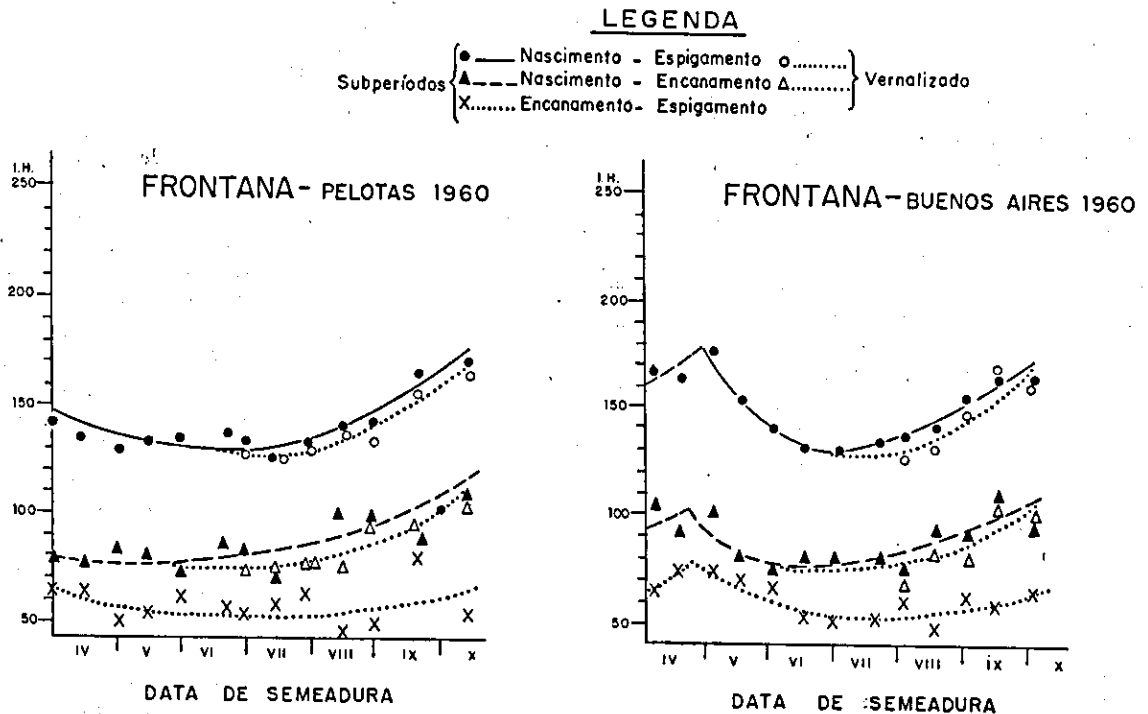


FIG. 2. Curvas de I.H. correspondentes do trigo Frontana, considerada variedade tipo dos trigos semi-precoces brasileiros.

Os trigos brasileiros estudados possuem a mesma característica particular dos trigos sul americanos, porém adequadas ao ambiente climático em que devem desenvolver-se. Podem classificar-se então em semi-precoces e semi-tardias, com modalidades em alguns aspectos semelhantes e em outros algo diferentes dos trigos argentinos. Em continuação se detalhará quais são as características bioclimáticas de ambos os grupos.

Trigos brasileiros semi-precoces. Do conjunto analisado entram neste grupo: BH 546, Trapeano, Frontana, Prelúdio, Carazinho, IAS 13 e São Borja, variedades que foram ordenadas segundo sua precocidade decrescente. As curvas geradas pelo Índices Heliotérmicos dos diferentes sub-períodos das sementeiras contínuas do ensaio, fornecem os elementos necessários para caracterizar as exigências bioclimáticas deste grupo de variedades (Fig. 3).

Com efeito, a iniciação em valores baixos de I.H. no sub-período nascimento-espigamento para as sementeiras outonais, está indicando uma marcante precocidade pois o desenvolvimento se produz mesmo com os dias curtos de inverno e temperaturas em diminuição. Para o caso de Frontana, variedade que consideramos tipo (Fig. 2), as sementeiras dos meses de abril e maio em Pelotas, espigaram

quando o comprimento do dia não havia chegado às 12 horas de duração e com temperaturas médias de 13,5°C para o mês de espigamento. Em Buenos Aires as sementeiras do mês de abril da mesma variedade se comportaram da mesma maneira, com temperaturas ainda mais baixas.

À medida que se avançou nas sementeiras, o ciclo se fez cada vez mais curto, sempre mais em Pelotas que em Buenos Aires, sendo isto um indicio evidente da reação destes trigos as temperaturas crescentes.

Entretanto apesar da reação favorável às temperaturas dos trigos deste grupo, as diferentes variedades possuem uma exigência em baixas temperaturas que deve ter-se muito em conta, pois sua precocidade é ainda maior quando satisfazem tal exigência e, principalmente porque a falta deste fator bioclimático determinará a insatisfação de uma necessidade que tem marcada influência no rendimento.

As sementeiras de material vernalizado mostraram a exigência mencionada, que manifestou-se por uma maior precocidade no espigamento e por índices heliotérmicos mais baixos, que nos gráficos se representam por uma linha pontilhada. Entretanto, em algumas variedades a ação positiva da temperatura foi tão marcante que nas sementeiras tardias de Pe-

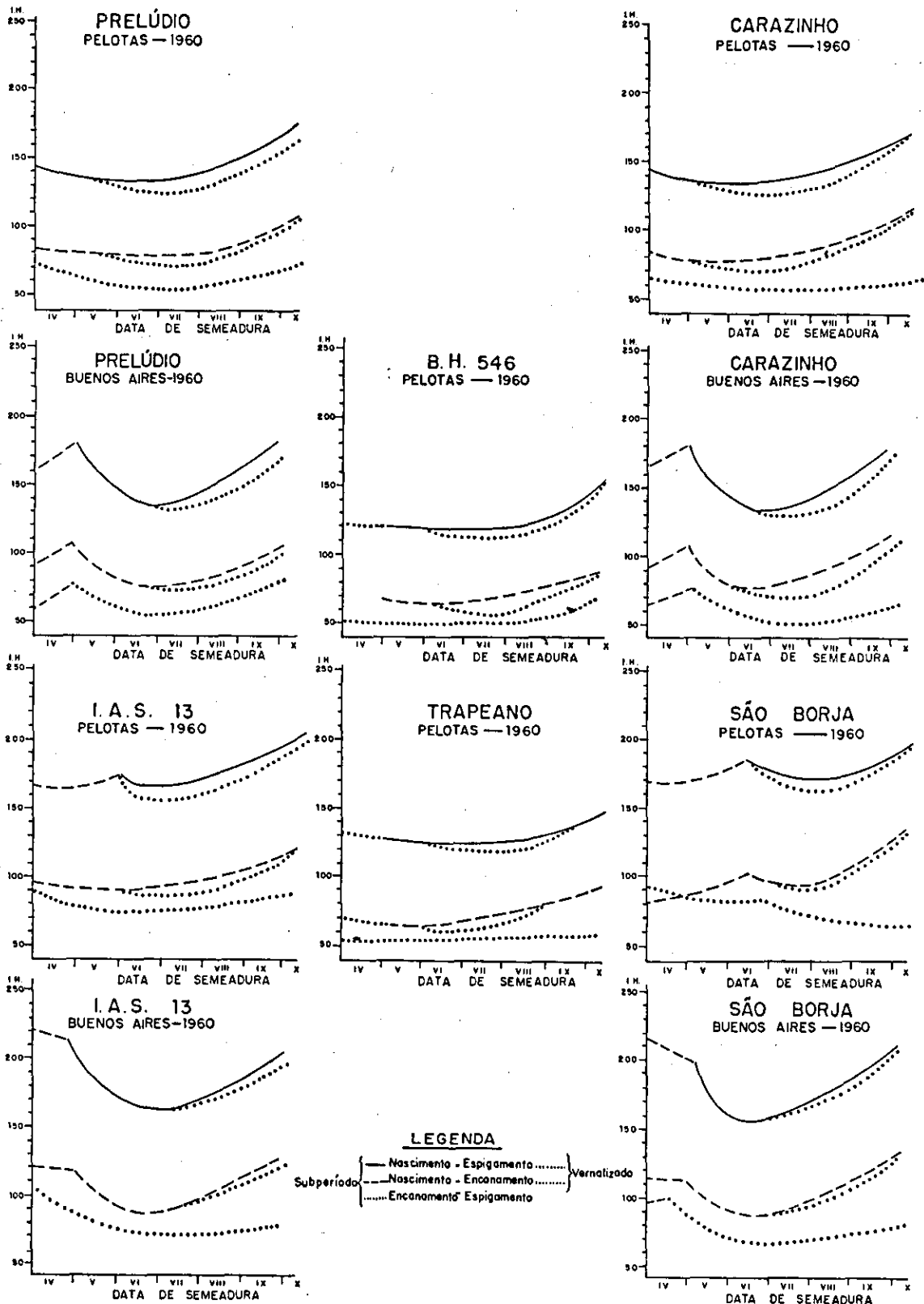


FIG. 3. Curvas de I.H. das variedades semi-precoces brasileiras de acordo com as sementeiras contínuas realizadas em Pelotas e Buenos Aires, durante 1960.

lotas o efeito vernalizante foi superado e as parcelas tratadas não demonstraram precocidade sobre o material testemunha. Foi o caso de BH 546, Trapeano, Carazinho e São Borja, tendo sucedido o mesmo em Buenos Aires para estas duas últimas variedades.

Com relação a exigência em frio as variedades mais sensíveis em ordem decrescente são; Carazinho, Prelúdio, IAS 13, Frontana, BH 546, Trapeano e São Borja, ainda que com poucas diferenças entre elas. O avanço no espigamento das parcelas vernalizadas foi de aproximadamente cinco dias para as épocas mais críticas. Em Buenos Aires, a reação foi um pouco menor devido a termofase negativa naturalmente mais intensa que tiveram que suportar os trigos no inverno.

A curva de I.H. do sub-período nascimento-encanamento que é o que antecede o estado reprodutivo, mostra novamente a precocidade destes trigos sua reação às temperaturas crescentes e sua exigência por certa quantidade de baixas temperaturas nesta etapa do ciclo vegetativo. Porém tal precocidade não poderia manifestar-se, se conjuntamente ao comportamento favorável ante as temperaturas atuantes não sucedesse uma adequada reação ao comprimento do dia. A este respeito deve-se dizer que os trigos deste grupo possuem uma marcante tolerância a qualquer comprimento do dia, que quase pode chamar-se de indiferença. Com efeito, qualquer que tenha sido o momento em que se produziu o espigamento, dias curtos inverniais ou compridos de primavera avançada, não se observou uma deficiência evidente na expressão da etapa reprodutiva.

Isto manifesta-se na curva de I.H. do sub-período encanamento-espigamento para Pelotas que tem valores muito baixo e que em quase toda sua extensão assemelha-se a uma reta paralela às abscissas, só um pouco curvada nos extremos, para algumas variedades, que não se deve interpretar como intolerância para o ambiente do Rio Grande do Sul, porém uma reação algo mais marcada para as últimas sementeiras de Buenos Aires que tem que desenvolver-se com dias um pouco maiores.

A precocidade dos trigos semi-precoces torna-se evidente também nas curvas de I.H. de Buenos Aires, nas quais podemos apreciar que quando as temperaturas outonais são ainda favoráveis, as primeiras sementeiras podem desenvolver-se e os valores de I.H. são inferiores a outras épocas posteriores que devem suportar uma termofase negativa mais intensa que atrasa o crescimento e o desenvolvimento. É esta outra prova que as temperaturas, mais que o comprimento do dia, são as determinantes do desenvolvimento destas variedades.

Das curvas de I.H. da Fig. 3 pode-se deduzir ainda que BH 546, Trapeano, Frontana, Prelúdio e Carazinho, são bioclimaticamente idênticas, existindo apenas uma decrescente precocidade. Podemos considerar qualquer uma delas como característica ou típica em qualquer comparação que se faça. É interessante consignar que do cruzamento Colonista \times Frontana se consideram nesta análise três trigos: Prelúdio, Carazinho e Fortaleza. Os dois primeiros são bioclimaticamente indiferenciáveis, ao passo que Fortaleza possui características muito diferentes, como se verá mais adiante.

As variedades IAS 13 e São Borja, apesar de pertencer a este grupo de semi-precoces, têm certa particularidade diferente no comportamento ante o comprimento do dia. Dentro de sua tolerância, requerem dias maiores que as variedades anteriormente mencionadas o que se comprova pelos maiores valores de I.H. no sub-período encanamento-espigamento e pela inflexão da curva do sub-período nascimento-espigamento, que as mostra algo distintas da horizontalidade inicial manifestada no comportamento das sementeiras outono-inverniais das cinco primeiras variedades.

O comportamento dos trigos semi-precoces brasileiros em suas sementeiras em Buenos Aires, mostra uma reação de acordo com o ocorrido em Pelotas, com as mesmas características de igualdade para Frontana, Prelúdio e Carazinho (BH 546 e Trapeano não se semearam em Buenos Aires) e certas diferenças em IAS 13 e São Borja, nas quais nota-se uma menor precocidade nas primeiras épocas de sementeira como resultado de sua necessidade em dias relativamente maiores. As curvas de I.H. respectivas põem em evidência esta afirmação.

Como conclusão, os trigos semi-precoces brasileiros possuem as seguintes características bioclimáticas: curto ciclo vegetativo proveniente de uma reação favorável às temperaturas em aumento e indiferença ao comprimento do dia. Entretanto requerem uma certa dose de frio nas primeiras etapas de crescimento para se desenvolver adequadamente e poder expressar sua capacidade produtiva.

Trigos brasileiros semi-tardios. Inclui-se nesta análise as variedades: IAS 14, Colônias, Trintecino, H. 40-33-23, Fortaleza, Piratini, Trintani e Camaránia. Este ordenamento corresponde aproximadamente a uma crescente exigência em comprimento do dia para espigar, menos para Trintani e Camaránia que têm um comportamento um pouco diferente a este respeito, porém que por corresponder a modalidade geral dos trigos semi-tardios os incluímos neste grupo.

O ordenamento de precocidade decrescente efetuado para os trigos semi-precoces foi mais evidente que o crescente de exigência em dias longos que se fez agora para os semi-tardios. Isto se deve a que não existe tanta semelhança bioclimática entre as variedades semitardias já que cada uma tem uma certa particularidade, embora tôdas apresentem uma modalidade geral que é a de possuir Índices Heliotérmicos altos no começo da curva no sub-período encanamento-espigamento, devido a uma necessidade em dias relativamente maiores que as variedades semi-precoces para poder expressar a etapa reprodutiva.

Que a exigência se encontra no comprimento do dia e não em outro fator bioclimático é provado pelo fato de que o encanamento se cumpre precocemente, em algumas variedades tanto como nas semi-precoces, e por não reagirem a vernalização.

Então, se exigem poucas somas térmicas para espigar e esta fase não é acelerada pela vernalização, a expressão do desenvolvimento se atrasa devido a outro fator bioclimático determinante, o comprimento do dia. As curvas de Índice Heliotérmico para os distintos sub-períodos e nos dois lugares da experiência assim o demonstram.

Devido as causas apontadas de maior heterogeneidade bioclimática é mais difícil escolher uma

variedade tipo, porém na base da exigência principal, se deve eleger entre Colônias, Fortaleza e Piratini. Nesta análise considerar-se-á esta última como protótipo de variedade semi-tardia, dado que das três parece ser a de maior umbral fotoperiódico (Fig. 4).

Analisando o comportamento de Piratini se encontram tôdas as características dos trigos semi-tardios brasileiros. Em primeiro lugar tanto em Pelotas como em Buenos Aires, o encanamento se produz sem a necessidade de suportar baixas temperaturas, o que se põe de manifesto pela curva de I.H. do subperíodo nascimento-encanamento que mantém uma sensível horizontalidade e pela nula ou escassa reação a vernalização. (O pequeno avanço no encanamento e espigamento de algumas sementeiras vernalizadas, na maioria das variedades não é suficiente para mostrar uma diferença gráfica visível no traçado das curvas de I.H.). Além disso quando as temperaturas foram favoráveis nas sementeiras outonais a gema floral diferenciou-se rapidamente e a parcela estava em condições para espigar. A partir deste momento começaram a jogar os fatores bioclimáticos que determinam o espigamento e que são evidenciados pela curva de I.H. do sub-período encanamento-espigamento. Aqui fica claro a necessidade em dias relativamente longos, pelos valores elevados de

LEGENDA

Subperíodos {
 ● — Nascimento - Espigamento
 ▲ — Nascimento - Encanamento
 X — Encanamento - Espigamento

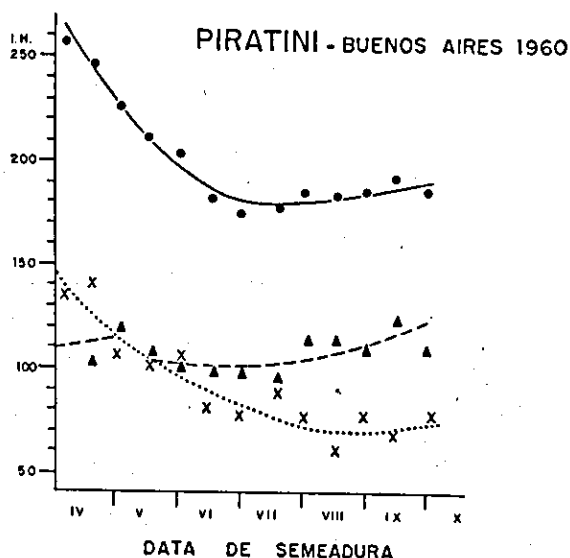
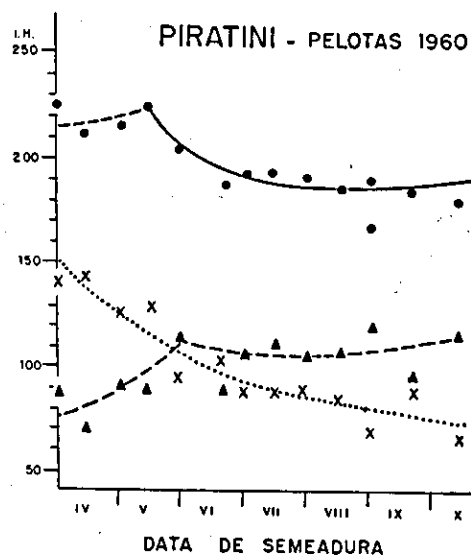


FIG. 4. Curvas de I.H. correspondentes ao trigo Piratini, considerada variedade tipo dos trigos semi-tardios brasileiros.

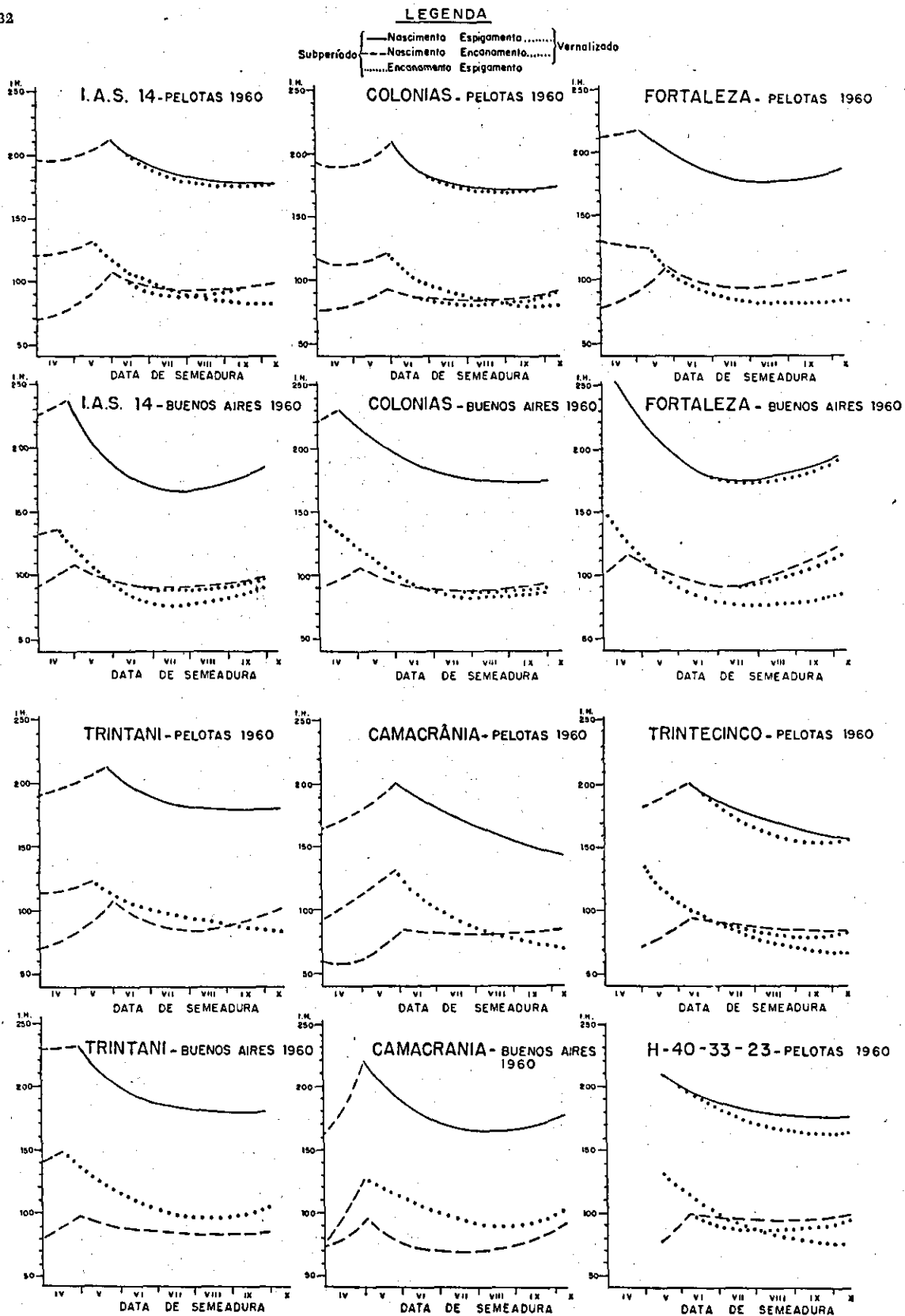


FIG. 5. Curvas de I.H. das variedades semi-tardias brasileiras de acordo com as sementeiras realizadas em Pelotas e Buenos Aires, durante 1960.

I.H. em que começa a curva, já que a temperatura não teve influência como sucedeu nas mesmas épocas de sementeira das variedades semi-precoces. O crescente comprimento do dia para as sementeiras sucessivas determinou um espigamento cada vez mais precoce, também manifestada pelos Índices Helio-térmicos de menor valor.

A curva de I.H. para o sub-período total nascimento-espigamento é o resultado do que foi dito anteriormente para os dois sub-períodos que o integram. Com algumas pequenas diferenças, Piratini comportou-se semelhantemente a variedade Bahiense F.C.S., típica do grupo II dos trigos argentinos. Naturalmente, suas exigências bioclimáticas são comparáveis.

Na Fig. 5 representam-se as curvas de I.H. das diversas variedades semi-tardias de cuja análise pode inferir-se as seguintes conclusões:

IAS 14 pode representar a variedade de ligação com o grupo dos trigos semi-precoces e integrar um tipo intermediário, junto a São Borja e IAS 13, diferenciável destas por uma maior exigência no comprimento do dia para espigar e uma menor necessidade de baixas temperaturas para desenvolver-se. Não se deve esquecer, e estima-se que não é redundância tornar a repetir, que as características climáticas determinam os tipos de trigo. No Hemisfério Norte, com invernos definitivamente frios é possível encontrar variedades de sementeira outonal e variedades de sementeira primaveril, ambas com características bioclimáticas bem definidas. Ao contrário do Hemisfério Sul, e especialmente no Brasil, no limite superior térmico invernal para a cultura do trigo, praticamente não existe interrupção do crescimento por baixas temperaturas sendo possível utilizar variedades que através de um longo período de sementeiras, aproveitam as condições favoráveis de crescimento e diferentes combinações de fatores bioclimáticos para o desenvolvimento, segundo a data de sementeira. Devido a isso, os trigos sul-americanos têm uma gama de exigências que são satisfeitas pelas diferentes combinações climáticas possíveis de encontrar no lugar onde foram obtidos fitoteticamente.

Dissemos no início que os trigos semi-tardios brasileiros exigem pouco ou nada de frio. Entre os que mais necessitam, se encontram em ordem decrescente: II. 40-33-23, Trintecinco, Colônias e Fortaleza, embora em um nível inferior aos dos trigos semi-precoces, já que a reação à vernalização foi só na ordem de dois ou três dias de avanço no desenvolvimento das parcelas tratadas em algumas datas de sementeiras críticas. As que mais reagiram foram II. 40-33-23 e Trintecinco.

Trintecinco, II. 40-33-23 e Colônias são as que juntamente com Piratini apresentam a maior indiferença aos dias longos de primavera avançada. Nas sementeiras realizadas em Pelotas, os trigos Trintani e Camacrânia se comportaram de igual forma, porém em Buenos Aires suas reações foram um pouco diferentes. A variedade Fortaleza tanto em Pelotas como em Buenos Aires apresentou-se um pouco mais exigente nas sementeiras, porém no mesmo nível de tolerância aos dias longos que apresentam os trigos deste grupo.

Deixamos Trintani e Camacrânia para o fim proposadamente por tratar-se de duas variedades que têm uma modalidade um pouco diferente, especialmente Camacrânia. Em Buenos Aires, ambas tiveram valores de I.H. nos sub-períodos encanamento-espigamento superiores aos dos sub-períodos nascimento-encanamento correspondentes. Isto está indicando um encanamento precoce e um período mais longo desde a diferenciação macroscópica do primórdio floral até a fase do espigamento. Não exigem frio e não têm um umbral fotoperiódico elevado, mais visível este último em Camacrânia. Pareceria que a variedade Camacrânia que é uma seleção de uma raça local de Passo Fundo, (28.º latitude S), tem uma relativa exigência em comprimento do dia para espigar e que as condições fotoperiódicas do Sul do Brasil aceleram os espigamentos das últimas sementeiras, ao passo que nas mesmas condições para Buenos Aires se produz um pequeno atraso, indicado pela inflexão da curva de I.H. do sub-período encanamento-espigamento. Isto se deve a que as últimas sementeiras de Buenos Aires, fizeram os espigamentos de Camacrânia coincidir com comprimentos do dia um pouco maiores que em Pelotas (entre 15 e 20 minutos para sementeiras equivalentes). Uma diferença tão pequena é suficiente para determinar atrasos e ainda anomalias no espigamento, estas últimas observadas por uma falta de energia no aparecimento das espigas. O comprimento do dia de 15 horas incluindo os crepúsculos parece ser o fotoperíodo crítico. Ainda que não tão marcadamente, Trintani reage da mesma maneira.

Em síntese, as variedades semi-tardias brasileiras não requerem frio para entrar na etapa reprodutiva, reagindo neste aspecto as temperaturas crescentes, porém possuem a exigência de um umbral fotoperiódico de dias relativamente longos que faz demorar o espigamento até satisfazer tal necessidade bioclimática.

Realizada a análise bioclimática dos trigos brasileiros surge a pergunta: se as conclusões obtidas podem considerar-se definitivas apesar de se ter realizado a experiência em um único ano? A contestação

é afirmativa já que o método usado tem provado utilidade em estudos semelhantes, pelo comportamento semelhante das variedades nos dois locais do ensaio que possui regimes climáticos diferentes, e porque em geral a reação varietal ajustou-se ao que é um comportamento conhecido das mesmas. Na realidade, o que se conseguiu com esta experiência foi reunir conceitos já conhecidos no ambiente agrônomico brasileiro e agrupar comportamentos varietais, segundo um padrão de comparação bioclimático, que consideramos de utilidade para encaminhar a técnica da Bioclimatologia Agrícola de acordo com delineamentos definidos que a conduzam a uma disciplina independente.

Tipos agroclimáticos da cultura do trigo no Rio Grande do Sul

A utilização de classificações climáticas para as comparações de diferentes regiões dedicadas a uma determinada cultura, pode levar a erros de apreciação, pois tais classificações não têm sido desenvolvidas para estudar analogias agroclimáticas. Por isso é aconselhável utilizar classificações agroclimáticas, das quais, a determinação dos tipos agroclimáticos de uma cultura (Burgos 1958), estima-se que possui os fundamentos científicos necessários para resolver amplamente o problema.

Na determinação dos referidos tipos agroclimáticos, se usam distintos elementos climáticos, uma combinação destes ou índices bioclimáticos em diferentes hierarquias e através de um determinado período do ano que coincide com o de influência no desenvolvimento da cultura em estudo. Os passos necessários para a obtenção dos parâmetros climáticos que definirão os tipos agroclimáticos de qualquer cultura são:

- Determinação do tipo bioclimático da cultura;
- Valorização do agroclima da região de origem da espécie;

c) Valorização do agroclima da região de cultura da espécie;

d) Valorização do agroclima das regiões onde a experiência tem demonstrado a impossibilidade da cultura da espécie;

e) Valorização dos índices agroclimáticos derivados de trabalhos experimentais sobre exigências bioclimáticas da espécie.

Os passos mencionados anteriormente foram os que conduziram à determinação dos tipos agroclimáticos do trigo (Pascale & Damario 1960c), tendo resultado as regiões agroclimáticas apresentadas nos Quadros 2 a 5.

QUADRO 2. Regiões fotoperiódicas. Amplitude entre o fotoperíodo diário do espigamento e o fotoperíodo diário mais curto com tecidos expostos à luz

| Zonas | Índice climático. Amplitude fotoperiódica anual (incluindo crepúsculos) | Tipo de agroclima |
|-------|---|-------------------------|
| A | maior de 8 h | Fotoperíodo muito longo |
| B | entre 6h 30 min. e 8h | Fotoperíodo longo |
| C | entre 5h e 6h 30 min. | Fotoperíodo médio |
| D | entre 3h 30 min. e 5h | Fotoperíodo curto |
| E | inferior a 3h 30 min. | Fotoperíodo muito curto |

QUADRO 3. Regiões térmicas. Termofase negativa do ciclo vegetativo

| Zonas | Índice climático. Temperatura média do mês mais frio do ano (°C) | Tipo de agroclima |
|-------|--|-------------------|
| A' | inferior a 0° | Muito frio |
| B' | entre 0° e 5° | Frio |
| C' | entre 5,1° e 10° | Temperado |
| D' | superior a 10° | Sem frio |

QUADRO 4. Regiões térmicas. Termofase positiva do ciclo vegetativo

| Zonas | Índice climático. Temperatura média do mês mais frio do ano | | Tipo de agroclima |
|-----------------|---|---|-------------------|
| | inferior a 5°C | entre 5,1 e 10°C | |
| | Temperatura média do trimestre mais quente | Temperatura média do trimestre posterior ao mês do equinócio de primavera | |
| A' ₁ | superior a 20°C | Quente | |
| B' ₁ | entre 17 e 20°C | Temperado | |
| C' ₁ | inferior a 17°C | Frio | |

QUADRO 5. Regiões hídricas. Umidade durante o período crítico do espigamento

| Zonas | Índice climático. Excesso ou deficiência da água no balanço hídrico durante o período de espigamento, mm | | | | Tipo de agroclima |
|-------|--|------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| | Hemisfério Norte | | Hemisfério Sul | | |
| | Latitude | Período | Latitude | Período | |
| | menor 34° | fev./abril | menor 30° | agosto/set. | |
| | 34° — 38° | abril 15/maio 15 | 30° — 32° | set. 15/out. 15 | |
| | 39° — 38° | maio | | | |
| | 44° — 48° | maio 15/jun. 15 | 33° — 35° | outubro | |
| | 49° — 53° | junho | | | |
| | maior 53° | jun. 15/jul. 15 | maior 38° | out. 15/nov. 15 | |
| A'' | | | superior a 50 | | Muito úmido |
| B'' | | | entre 26 e 50 | | Úmido |
| C'' | | | entre 0 e 50 | | Subúmido-úmido |
| D'' | | | entre -1 e -25 | | Subúmido-sêco |
| E'' | | | inferior a -25 | | Sêco |

Com temperatura média no mês mais frio do ano superior a 10°C não se pode indicar o momento da maturação, pois esta se produz em distintos meses, segundo a marcha da temperatura ou de acordo com a data de sementeira. Em geral, parece ser aceitável como índice, a temperatura média do mês posterior ao do espigamento.

Será esta classificação aplicada para o caso da cultura do trigo no Estado do Rio Grande do Sul, como comprovação de sua aplicabilidade e para determinar que tipos agroclimáticos corresponde à mencionada região tritícola.

No aspecto fotoperiódico a região tritícola riograndense possui a característica de pequena amplitude anual de 3 horas e 30 minutos, que é o limite da classificação e que determina agroclimas E, de fotoperíodo muito curto. Este aspecto é de importância, como se verá posteriormente, na determinação do tipo de variedade a utilizar que deve adaptar-se à forma em que incidirá o comprimento do dia durante o período de vegetação da cultura.

Deixando de lado o aspecto do dano que produzem as geadas, a temperatura pode atuar de duas maneiras na cultura de trigo. Primeiramente, as temperaturas durante os estados iniciais de crescimento por sua influência sobre o posterior desenvolvimento da cultura, e logo, as temperaturas durante a maturação para assegurar uma normal dessecação do grão que conduza à colheita de um produto de boa qualidade. Estas duas ações, na classificação se analisam pelo estudo das termofases negativa e positiva da marcha anual da temperatura. No primeiro caso a característica saliente é que todo o estado do Rio Grande do Sul tem temperaturas médias superiores a 10°C no mês mais frio do ano, salvo uma pequena área no nordeste onde se desce um pouco abaixo desse valor. Origina-se assim, uma grande região térmica D' e uma pequena C'.

No mapa também se traçam as isothermas possíveis de encontrar no estado e um pouco mais marcada a isolinha de 13°C, pois esta temperatura pode indicar um limite térmico invernal para a cultura do trigo. Como veremos, isto não é rigoroso quando se pode seleccionar variedades para ambientes térmicos mais elevados.

A condição de normalidade para a maturação do trigo se encontra quando o processo se produz com temperaturas entre 17° e 20°C (B'). No Sul do Brasil assim sucede e só se encontram lugares mais quentes (B', A'₁) no limite NW do Estado e uma pequena área no Centro, em lugares mais frios (C'₁) nos extremos NE, SE. É necessário esclarecer que estas zonas distintas do tipo B'₁, só se distanciam

poucos décimos de grau dos limites 20° e 17°C devido ao que não se pode denominá-las como regiões agroclimaticamente anormais. São apenas um pouco mais quentes ou mais frias que o resto da região tritícola durante o processo de maturação.

As regiões hidrológicas para a cultura do trigo, se classificaram segundo o balanço hidrológico da umidade do solo no período crítico do espigamento. A região de cultura do trigo no Brasil pode assinalar-se como exemplo de lugares que têm grande excesso de água neste lapso do ciclo vegetativo. Só uma reduzida superfície ao Sul na costa atlântica, tem um excesso menor do que 50mm (B''). O resto do Estado do Rio Grande do Sul possui a característica A'' com excessos de água no espigamento (entre 15 de set. e 15 de out.) superiores a 50mm, chegando-se a valores superiores a 100mm em quase toda a metade norte do Estado. Este excesso é prejudicial como se verá mais adiante.

Conseqüências culturais derivadas das características bioclimática e agroclimática do trigo no Rio Grande do Sul

No desenrolar deste trabalho estudou-se até agora as características bioclimáticas das variedades de trigo que semeiam-se no sul do Brasil e as possibilidades climáticas que pode encontrar a cultura ao delimitar-se os tipos agroclimáticos. Cumpre então, relacionar estes dois aspectos para comprovar se existe harmonia entre o material utilizado na cultura e as disponibilidades climáticas que encontram as variedades durante seu ciclo vegetativo.

Nos tipos agroclimáticos, as duas primeiras letras possuem sentido bioclimático e as duas últimas sentido agroclimático. Com efeito, as que marcam o caráter fotoperiódico e de termofase negativa, indicam o tipo bioclimático varietal que deve se usar, ao passo que as características térmicas de maturação e as de umidade no período crítico, caracterizam o aspecto de qualidade e rendimento da cultura.

Os tipos com características ED', são os dominantes e quase exclusivos no panorama tritícola riograndense. Portanto, estas regiões de fotoperíodo muito curto e sem frio, podem semear-se com variedades que tenham exigências bioclimáticas semelhantes. Da análise varietal efetuada na primeira parte do trabalho se deduz que os trigos semi-precoce são aptos para tal exigência, embora sofram do inconveniente de necessitar uma certa dose de frio, e que os semi-tardios não têm exigências térmicas, porém ao contrário requerem um umbral fotoperiódico para espigar.

Por conseguinte, se os trigos semi-precoces satisfizessem suas relativas exigências de frio poderiam representar o tipo bioclimático mais apto para as condições agroclimáticas do sul do Brasil. Entretanto, os invernos desta região têm temperaturas relativamente altas para a cultura. O mapa com as temperaturas médias do mês mais frio assim o indica, pois só uma pequena parte tem valores médios pouco inferiores a 10°C. Pela temperatura invernal, sem considerar outros fatores, esta região e a do sul onde podem encontrar-se 11°C de temperatura média mensal, seriam as partes mais aptas para o trigo no Rio Grande do Sul.

Ainda quando a temperatura invernal seja elevada, os registros térmicos podem descer durante alguns dias por baixo do nível de 10°C e ser utilizado pela cultura do trigo para satisfazer suas necessidades bioclimáticas. Daí que é interessante citar o número de horas que a temperatura desce de certos níveis. Do trabalho de Mota (1960b) pode se extrair os valores característicos da termofase negativa do termoperíodo diário para Pelotas (Quadro 6).

Pode-se comprovar que tanto o número de horas inferiores a 7°C, como as inferiores a 10°C, têm seu máximo registro nos meses de junho e julho, e isto que se encontra em Pelotas, com maior ou menor intensidade sucederá para dois meses consecutivos, em qualquer outro ponto da área tritícola riogran-

QUADRO 6. Alguns valores característicos da termofase negativa do termoperíodo diário para Pelotas

| a) Número de horas de frio (inf. a 7°C) calculadas para 1893-1951 | | | | | | | | |
|---|-------|------|-------|-------|--------|------|-------|-------|
| | abril | maio | junho | julho | agosto | set. | out. | total |
| Média | 0,5 | 34,7 | 100,9 | 110,3 | 94,0 | 45,6 | 11,6 | 398,0 |
| DS... | 2,8 | 31,9 | 57,3 | 51,1 | 43,0 | 31,3 | 18,1 | 134,3 |
| CV% | 360,0 | 94,0 | 57,3 | 46,4 | 45,7 | 69,5 | 164,5 | 33,7 |

| b) Número de horas com temperaturas abaixo de 10°C (1955-56-58 e 59) | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | abril | maio | junho | julho | agosto | setembro |
| | 47,2 | 173,0 | 184,7 | 225,0 | 167,7 | 60,2 |

dense. Portanto, deverá ser providenciado que as semeaduras se efetuem em uma data tal que nestes meses a cultura já se encontre no campo para suportar o máximo de frio invernal.

Entretanto, a data de semeadura deve regular-se em cada região segundo o regime de geadas primaveris, pois uma semeadura muito cedo estará favorecida no que refere às baixas temperaturas inverniais, porém ao mesmo tempo, como as variedades semi-precoces tem indiferença fotoperiódica, o espigamento muito cedo estará exposto aos incovenientes das últimas geadas inverno-primaveris.

De qualquer forma, em quase todo o território do Rio Grande do Sul pode adiantar-se a semeadura de maneira que os trigos semi-precoces recebam todo o frio invernal que se dispõe em cada zona, pois se é possível que produzam perdas por geadas, o será em uma percentagem de anos menor do que o limite

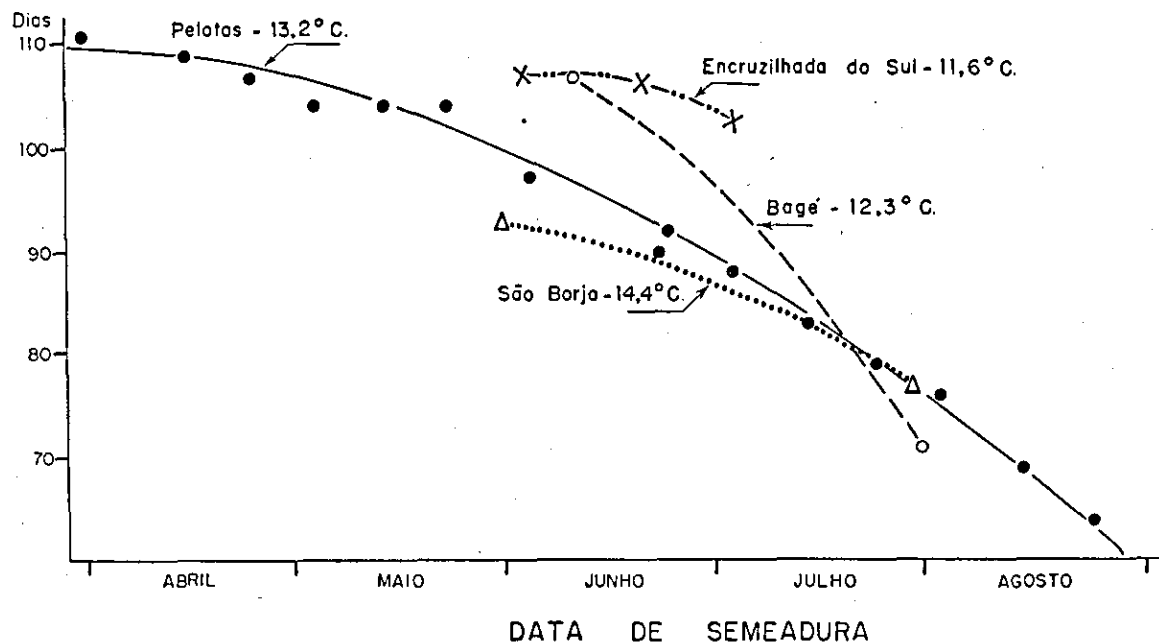


FIG. 6. Duração do sub-período: semeadura-espigamento dos trigos semi-precoces, segundo a temperatura média dos meses mais frio (médias de vários anos de observações fenológicas).

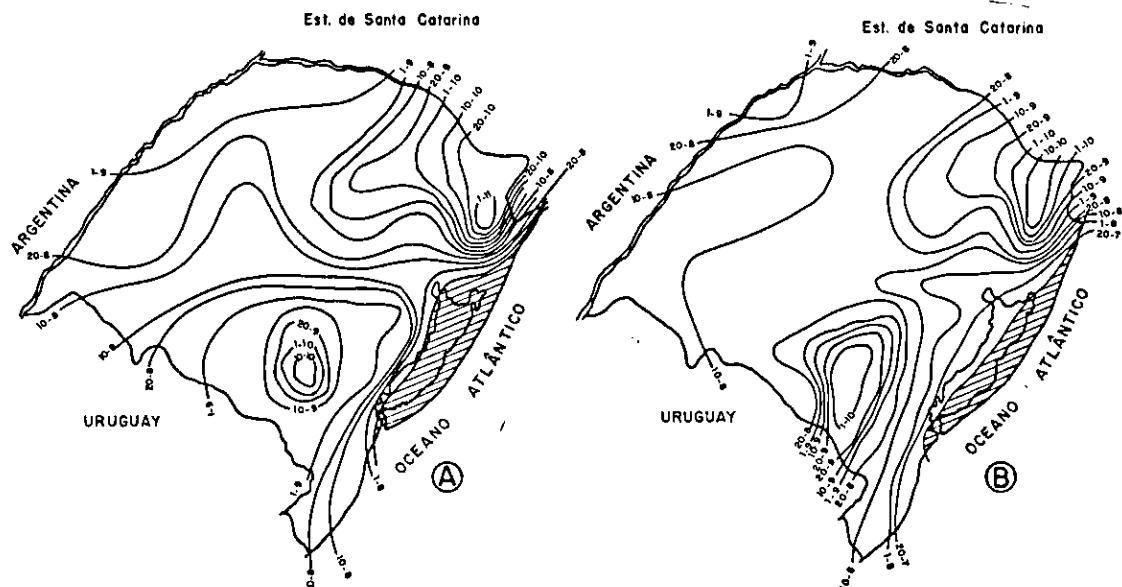


FIG. 7. Datas na primavera, após as quais há uma probabilidade de: A) 10% e B) 20% de que ocorram temperaturas inferiores a 0° C.

que admite a segurança da empresa agrícola. Demonstrar-se-á em que se baseia esta afirmação. Na Fig. 6 representou-se as curvas médias das durações em dias do sub-período semeadura-espigamento, segundo a data de semeadura, em quatro localidades de distinta temperatura invernal. Comprova-se que à medida que a semeadura se atrasa, logicamente, o sub-período se encurta, devido a característica das variedades semi precoces de reagirem favoravelmente às temperaturas crescentes qualquer que seja o comprimento do dia, e pela mesma causa, é que as durações são menores nos lugares onde a temperatura média do mês mais frio é maior.

Mencionou-se anteriormente que os meses de junho e julho em Pelotas, representam a maior possibilidade de frio invernal, então, para lograr tal vantagem as semeaduras deveriam ser feitas na última semana de maio ou princípios de junho. Neste caso, a duração do sub-período semeadura-espigamento seria ao redor de 100 dias, isto é, o espigamento se produziria na primeira década de setembro.

Entretanto, é necessário conhecer a probabilidade de ocorrência de geadas primaveris para estimar que dano poderiam ocasionar em espigamentos que se produzam nesta data. Considera-se que o risco de uma cultura anual em relação a esta adversidade climática, pode estimar-se em uns 20%, isto é, a perda da colheita por geadas uma vez cada cinco anos. Dispõe-se para a análise, dos mapas e datas de probabilidade de ocorrência de geadas em 20% e em 10% dos anos (Fig. 7). Não se tomam diretamente as datas de 20% de probabilidade, pois estas

correspondem a ocorrência de 0°C, e se comprovou (Mota 1960b) que as temperaturas de 2°C já prejudicam o trigo no espigamento. Então, considerando-se um mapa de 10% de probabilidade de 0°C, pode-se estimar que representa com bastante margem, a probabilidade de 20% de temperaturas de 2°C. Para as localidades de Fig. 7 obtém-se os valores apresentados no Quadro 7.

QUADRO 7. Datas depois das quais é provável que ocorram geadas primaveris em 20% e 10% dos anos

| Localidades | 20% | 10% |
|---------------------------|-------------|--------------|
| Pelotas | 1/de agosto | 10/de agosto |
| São Borja | 10/de > | 31/de > |
| Encruzilhada do Sul | 19/de > | 4/de set. |
| Bagé | 20/de > | 8/de > |

Comprova-se que para Pelotas não haverá danos dentro do limite estabelecido, pois praticamente há uma margem de quase trinta dias. Como existe uma correlação entre a temperatura invernal e a duração do período com geadas, produzindo-se a última geadada de primavera com maior antecipação quanto maior é a temperatura invernal, o maior perigo de espigamento precoce nestes lugares fica anulado pela menor probabilidade de ocorrência de geadada.

Além disso, os ensaios ecológicos com Frontana desde 1955 a 1960 inclusive, (Mota 1960d) confirmam que o rendimento médio da semeadura de 1.º de junho é de 922 kg/ha, ao passo que o correspondente ao de 1.º de julho é de 794 kg/ha. Entretanto, estes rendimentos médios foram obtidos tirando a média de valores muito diferentes cada ano, devido as irregularidades térmicas que apresentam os inver-

nos da região. Daí que, ainda quando os maiores rendimentos médios se encontram nas sementeiras de princípios de junho, os ensaios de sementeiras contínuas de vários anos mostram que o rendimento anual mais alto pode encontrar-se em outras épocas diferentes. Na realidade, pode-se encontrar uma gama de rendimentos bastante semelhantes através das médias das sementeiras de maio, junho e julho. A Fig. 8 obtida dos dados do ensaio ecológico de trigo em Pelotas, com Frontana, durante os anos de 1955-56-58 e 59 (Mota 1960b), mostra o que foi afirmado anteriormente.

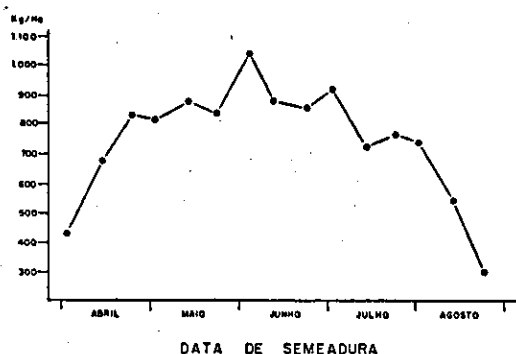


FIG. 8. Rendimento médio do trigo Frontana em Pelotas segundo data de sementeira.

Dado que o cumprimento das exigências bioclimáticas de um trigo semi-precoce no Rio Grande do Sul dependerá de sua satisfação em baixas temperaturas, deverá se procurar efetuar as sementeiras em cada lugar em uma data depois da qual possa aproveitar os dois meses com temperaturas mais baixas. Se procedendo assim, a data de espigamento coincidir com uma probabilidade de ocorrência de geada primaveril perigosa, isto é, superior a 10%, então deveremos desistir da sementeira de trigos semi-precoces nesta região, para utilizar em seu lugar os trigos semi-tardios.

Com a sementeira de trigos semi-tardios pode-se evitar o dano de geadas tardias, pois ao depender seu espigamento dos dias maiores, coincidirá com datas de baixa probabilidade de ocorrência de temperaturas prejudiciais. Entretanto, este atraso do processo fásico da cultura, benéfico para o risco de geadas, é prejudicial com relação ao regime hidrológico, como se verá em continuação.

Analisada a relação existente entre o aspecto bioclimático dos tipos agroclimáticos riograndense do trigo (ED') e a utilização das variedades atualmente difundidas na região ficam por ver como jogam as outras duas letras que assinalam a moda-

lidade peculiar da cultura no sul do Brasil. A maior superfície do Rio Grande do Sul é: B₁A'', isto é, que tem maturações entre 17.º e 20.ºC, e balanço hidrológico no mês de espigamento de mais de 50mm de excesso. O primeiro aspecto mostra normalidade no processo da maturação sob o ponto de vista térmico, porém a umidade com que se inicia o mesmo, é excessiva.

O período crítico para a água, centralizado entre 15 de setembro e 15 de outubro como valor médio de espigamento para todo o estado, é satisfeito plenamente e com excesso. Recordar-se que balanço hidrológico entre 0 e 25mm de excesso de água no período crítico representa a zona com maiores rendimentos por hectare na República Argentina (Pascale & Damario 1960c). Porém o excesso que se encontra no Rio Grande do Sul não só influi sobre o processo de absorção radicular da cultura, mas também, como é consequência de uma precipitação abundante, determina condições de umidade ambiental favoráveis para o desenvolvimento de enfermidades criptogâmicas durante o espigamento e maturação, que incidem sobre a produtividade das variedades de trigo utilizadas. É por esta razão que anteriormente mencionamos o inconveniente dos espigamentos mais tardios dos trigos semi-tardios. Com maior atraso do espigamento, embora com igual umidade ambiente, a possibilidade de enfermidades aumenta, devido aos valores térmicos mais favoráveis para a incubação e desenvolvimento de adversidades criptogâmicas.

Parece claro então que os rendimentos da cultura do trigo estão regulados pela temperatura invernal e a umidade durante o espigamento. O cálculo de correlação do Quadro 8 é bem evidente e confirma o que foi dito.

QUADRO 8. Correlação entre rendimento de trigo no Rio Grande do Sul a temperatura média do mês mais frio e as precipitações de outubro

| Ano | Y Rendimento médio do Estado-kg/ha | T Temperatura média do mês mais frio-°C | P Precipitações de outubro-mm |
|------------|---|--|-------------------------------------|
| 1941..... | 787 | 12,4 | 123,4 |
| 1942..... | 767 | 9,2 | 178,1 |
| 1943..... | 728 | 13,1 | 48,9 |
| 1944..... | 471 | 12,7 | 204,3 |
| 1945..... | 724 | 10,6 | 59,4 |
| 1946..... | 701 | 10,2 | 205,0 |
| 1947..... | 888 | 10,8 | 79,9 |
| 1948..... | 698 | 13,3 | 190,7 |
| 1949..... | 600 | 12,4 | 154,3 |
| 1950..... | 799 | 12,2 | 172,7 |
| 1951..... | 558 | 12,9 | 213,3 |
| 1952..... | 832 | 10,9 | 169,5 |
| 1953..... | 848 | 8,9 | 261,2 |
| 1954..... | 817 | 11,5 | 215,2 |
| 1955..... | 918 | 8,8 | 114,4 |
| 1956..... | 958 | 10,7 | 144,4 |
| 1957..... | 705 | 11,0 | 177,6 |
| 1958..... | 435 | 14,5 | 228,5 |
| Média..... | 735 | 11,4 | 163,3 |

É a seguinte a equação de regressão múltipla entre o rendimento do trigo no Rio Grande do Sul, a temperatura média do mês mais frio e a precipitação de outubro:

$$Y = 1548 - 60 T - 0,75 P$$

Nota. Esta correlação foi calculada com os dados de rendimento segundo o Serviço de Estatística Agropecuária do Departamento Estadual de Estatística do Rio Grande do Sul, e com dados meteorológicos médios segundo o Instituto Regional de Meteorologia Coussirat Araújo (Estações de Palmeira das Missões, Cruz Alta, Julio de Castilhos, Passo Fundo, Soledade, Lagoa Vermelha, Caçapava do Sul, Piratini, Bagé, São Gabriel, Caxias do Sul, Guaporé, Encruzilhada do Sul e Bento Gonçalves).

O tipo agroclimático de trigo dominante no Rio Grande do Sul é ED'B₁A" e a êle devemos consignar o rendimento médio do Estado de 750kg/ha (Fig 9). Os valores superiores a esta média correspondem a regiões com tipos agroclimáticos de melhores condições térmicas inverniais (EC'C₁AA") ou térmicas inverniais e de unidade (ED'C₁B"). Os tipos DD'A₁" têm uma parte com rendimentos superiores à média, devido provavelmente às boas condições de insolação, outro fator importante na produção tritícola (Mota 1960b). É importante asinalar como

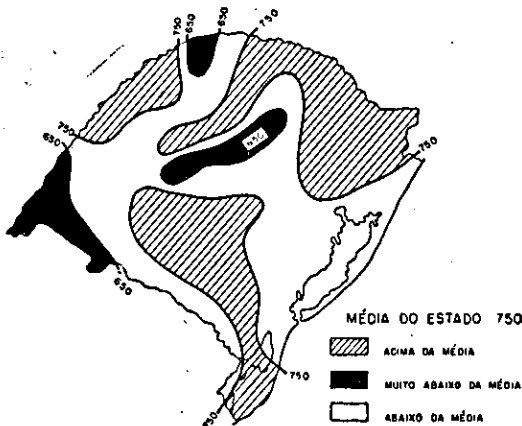


FIG. 9. Rendimento médio do trigo no Estado do Rio Grande do Sul (1941-1955) em kg/ha.

com temperaturas tão altas, 14.°C no mês mais frio do ano, nesta região obtém-se bons rendimentos. É mais um exemplo de como a seleção varietal regional modifica as necessidades bioclimáticas de uma cultura, daí que o limite térmico de 13.°C encontrado na Argentina deve elevar-se a 14.°C para o Brasil. Sem dúvida, as variedades usadas no Rio Grande do Sul seriam úteis no caso de ter que aplicar à região tritícola argentina zonas térmicamente mais quentes que as atuais.

REFERÊNCIAS

- Burgos, J. J. 1958. Agroclimatic classifications and representations. CAg II/Doc.18/24 IX 1958/ítem 10. World Meteorological Organization. Comission for Agricultural Meteorology, Second Session, Warsaw.
- Geslin, H. 1944. Étude des lois de croissande d'une plante em fonction des facteurs du milieu (températures et radiation solail); contribution a l'étude du climat du blé. Thèse, Imprimerie National, Paris.
- Moreno, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Pôrto Alegre.
- Mota, F. S. 1957. Os invernos de Pelotas, Rio Grande do Sul, em relação as exigências das árvores frutíferas de fôlhas caducas. Bol. 18, Instituto Agrônômico do Sul, Pelotas.
- Mota, F. S. 1960a. Chuvas, evaporação e exploração agropecuária no Rio Grande do Sul. Revista "A Granja", n.° 164, Pôrto Alegre.
- Mota, F. S. 1960 b. Influências das temperaturas vernalizantes das precipitações e geadas durante o espigamento e da insolação sôbre o rendimento do trigo no Rio Grande do Sul, Pelotas. (Mimeografado)
- Mota, F. S. 1960c. Regiões ecológicas preferenciais para a cultura do trigo no Estado do Rio Grande do Sul. Circular 11 do Instituto Agrônômico do Sul, Pelotas.
- Mota, F. S. 1960d. O problema da época de sementeira do trigo. Suplemento Rural do jornal "Correio do Povo" de 10 dez., Pôrto Alegre.
- Mota, F. S. 1961. Geadas de primavera no Rio Grande do Sul. Circular 17 do Instituto Agrônômico do Sul, Pelotas.
- Pascale, A. J. 1953. Comportamiento fotoperiódico de algunos trigos Argentinos. Meteoros, Bueno Aires, 3(1):97-112.
- Pascale, A. J. 1955. Metodo para determinar las características bioclimáticas de una variedad de trigo. Meteoros, Buenos Aires, 5(3):5-18.
- Pascale, A. J. 1956. Técnica de la vernalización para la investigación bioclimática en cereales. Ingenieria Agrônômica, Buenos Aires, 4(5):3-10.
- Pascale, A. J. 1959. Características bioclimáticas de cuatro híbridos de trigo de la Facultad de Agronomia y Veterinária. Rev. Fac. Agro. y Vet., Buenos Aires, 4(3):3-27.
- Pascale, A. J. & Damario, E. A. 1954. El índice heliotérmico aplicado a los trigos Argentinos. Meteoros, Buenos Aires, 4(3):129-157.
- Pascale, A. J. & Damario, E. A. 1960a. Características bioclimáticas de las avenas, cebadas y centenos cultivados en la Republica Argentina. Rev. Fac. Agr., La Plata, 36(1):9-31.
- Pascale, A. J. & Damario, E. A. 1960b. Agroclimatic wheat crop types in the world. 2.° Congreso Internacional de Bioclimatología, London, 13 p. (mimeografado)
- Pascale, A. J. & Damario, E. A. 1960c. Agroclimatología del cultivo de trigo en la Republica Argentina. I. Atlas Agroclimático, II. Tipos Agroclimáticos. Facultad de Agronomia y Veterinária, Buenos Aires, 94 p. (inédito)

SOME BIOCLIMATIC FEATURES OF WHEAT GROWING IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

Abstract

A joint experiment was carried out through efforts of Faculdade de Agronomia e Veterinária from Buenos Aires, Argentine, and Instituto Agrônomico do Sul, Pelotas, Rio Grande do Sul State, in Brazil, to determine bioclimatic requirements of wheat varieties from the south of Brazil.

The comparative behaviour of fournightly sowing of fifteen varieties was studied in both localities (Buenos Aires and Pelotas) from April to October, 1960, being some varieties of Argentinian wheats, bioclimatically well adapted, used as comparative standard according to Geslin's Heliothermic Index.

Two groups were established, namely semiprecocious and semilate varieties, and the following characteristics were noted: the vegetative cycle of semiprecocious varieties was accelerated with the upraising of temperature and these varieties showed a manifest insensitiveness to the length of the day, and a certain requirement of cold weather which, though low, must be attended, so that growing may proceed normally. Semilate varieties, on the contrary, require a certain photoperiodicity to form ears, a condition responsible for such late maturation, though not reacting to vernalization, and with growing accelerated by upraising temperatures. To meet the requirements of weather conditions of Rio Grande do Sul State, agroclimatic varieties were studied so as to be used in the wheat farming of that State.

Relationship between agroclimatic availabilities and bioclimatic requirements of the varieties used by the farmers concerned was also studied, and a number of effective and optimistic conclusions were attained, to the safeguard of wheat harvests in the south of Brazil.