

CARACTERISTICAS BIOCLIMATICAS DE LAS AVENAS, CEBADAS Y CENTENOS CULTIVADOS EN LA REPUBLICA ARGENTINA ¹

POR ANTONIO J. PASCALE Y EDMUNDO A. DAMARIO ²

CONSIDERACIONES GENERALES

En la forrajicultura argentina, y de especial manera aun en la de la región pampeana, no existen mayores problemas en cuanto a un forraje primavera-estival: con los pastos naturales, la alfalfa y algunas otras especies se satisface plenamente la alimentación de los ganados. Pero en el aspecto otoño-invernal, si bien existen especies que en otros países han solucionado el problema forrajero para esta época del año, no se las utiliza aún en gran escala, principalmente por contar con los verdeos invernales proporcionados por los cereales, de amplio cultivo y con la ventaja anexa de su posible aprovechamiento ulterior para grano.

Lo dicho es de fácil comprobación. Basta analizar las estadísticas de la superficie sembrada de cereales y la cosechada, para concluir en que anualmente los miles de hectáreas dedicadas al pastoreo representan una proporción muy grande respecto de la superficie total sembrada.

Tal escala de utilización invita al análisis bioclimático, con miras a poner de manifiesto las necesidades de las distintas especies y las

¹ Trabajo realizado en el Instituto de Meteorología Aplicada del Servicio Meteorológico Nacional en el año 1957. Recibido para su publicación el 27 de octubre de 1959.

² Ingenieros agrónomos. Profesor Asociado y Ayudante de Investigación, respectivamente, de la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires.

condiciones climáticas más adecuadas que han de incidir sobre un cultivo para que su rendimiento en forraje llegue al máximo, teniendo en cuenta su finalidad específica. Más aún, como en la mayoría de los casos, los cultivos se realizan con el doble propósito apuntado, convendrá determinar las condiciones más adecuadas para la buena producción del forraje y la ulterior cosecha del grano, si las circunstancias lo requirieran.

Las exigencias bioclimáticas de un cereal destinado a la cosecha de grano, difieren necesariamente de las de aquellos que persiguen un doble propósito o tan sólo el de forraje. Al sembrar un cereal para verdeo de invierno interesa mantenerlo el mayor tiempo posible al estado vegetativo, esto es, en crecimiento, sin que entre en su siguiente fase evolutiva, el desarrollo, que lo conduciría a la producción de semilla. El primer subperíodo de crecimiento que va hasta la fase de la encañazón se pretende que sea lo más largo posible, lo cual se consigue utilizando las especies y variedades de éstas, que demoren la iniciación del desarrollo en virtud de sus características bioclimáticas, o adecuando la fecha de siembra, dentro de lo que tales características lo permitan.

A cada fecha de siembra corresponde una longitud distinta del subperíodo de nacimiento-encañazón, y como en este lapso la incidencia de los elementos climáticos es distinta para cada época, se reflejará de diferente modo en la expresión de la fase reproductiva, ya sea la espigazón o el panojamiento.

En este trabajo se pretende analizar el comportamiento de los cereales forrajeros, excepto trigos. Se estudiarán las avenas, cebadas y centenos que se siembran en el país, en sus distintas reacciones cuando se varían sustancialmente las épocas de siembra. Como los complejos ambientales actuantes en cada siembra son distintos entre sí, existirán reacciones bioclimáticas diferentes sobre los individuos de una misma variedad sembrada a través del año.

El medio utilizado para cuantificar estas diferencias es el índice heliotérmico de Geslin (1944), que ha dado muy buenos resultados en los análisis bioclimáticos de trigos. Pascale y Damario (1954).

Los resultados obtenidos explican los comportamientos generales conocidos sobre las variedades que cultivamos de estas especies, y en algunos aspectos modifican conceptos aparecidos en el Mapa Ecológico de Papadakis (1952).

METODO DE TRABAJO

La experiencia se realizó durante los años 1952, 1953 y 1954 en el Observatorio Agrometeorológico Principal de Castelar, y si bien en los tres años el ensayo se llevó paralelamente en las estaciones agrometeorológicas de Rafaela y Guatraché, adversidades climáticas o parasitarias acaecidas en estos dos últimos lugares impidieron obtener resultados completos como para utilizarlos en el análisis. Sólo fueron aprovechables los datos de Rafaela en 1954, que concuerdan totalmente con los obtenidos en Castelar.

A continuación se incluye la nómina de especies y variedades, indicándose entre paréntesis los años utilizados para las que no intervinieron en la totalidad del ensayo.

Avenas: Bagé sel. Klein, Buck 20, Buck 152, La Previsión 13, Klein Mar, Buenos Aires 107 (1954), Stanton Massaux (1954).

Cebadas: Buck 111, F.A.V. 19 (1952, 1953), Massaux Abundancia, Primor x Trebi F.C.S., Trebi sel. Klein (1952, 1953), Negra Manfredi MA (1954), Guatraché Araucana MAG (1954).

Centenos: Pico MAG, Forrajero Massaux, Híbrido Massaux, Klein CC.

Las siembras se efectuaron aproximadamente cada 20 días desde principios de abril hasta fines de octubre. Lamentablemente, por diversas razones, no fué posible comenzar los ensayos en marzo, época normal de la iniciación de las siembras, pero al extender el período hasta el mes de octubre la influencia de complejos ambientales muy distintos a los requeridos por estas especies, determinó, por las reacciones consiguientes, una forma de caracterización bioclimática por insatisfacción o incumplimiento de exigencias.

Para poder analizar mejor este último punto y con el fin de darle a todas las épocas, por lo menos una cantidad determinada de frío que satisficiera sus exigencias, cada microparcela de 2,40 metros cuadrados se sembró con cuatro surcos, dos testigos y dos vernalizados. En el campo cada block comprendió las variedades, testigos y vernalizados intervinientes en cada época.

CUADRO I

Cálculo del índice heliotérmico para la avena Buck 20 de las siembras continuadas, testigos y vernalizadas, realizadas en Castelar
Lat. 34°40'S. Long. 58°39'W. Alt. 22 m s. n. m.

Fecha de siembra	Fecha de comienzo			SUBPERIODOS								
				Nacimiento-enañazón			Enañazón-panojamiento			Nacimiento-panojamiento		
	Nacimiento	Enañazón	Panojamiento	Suma de temperaturas	Fotoperíodo medio	I H	Suma de temperaturas	Fotoperíodo medio	I H	Suma de temperaturas	Fotoperíodo medio	I H
<i>Año 1952 (testigo)</i>												
9- IV	14- IV	31- VII	8- X	1.260,8	11,10	140	849,2	12,36	105	2.110,0	11,63	245
18- IV	26- IV	10- VIII	12- X	1.171,5	11,05	129	807,8	12,53	101	1.979,3	11,60	230
29- IV	8- V	14- VIII	10- X	1.048,4	11,00	115	746,8	12,61	93	1.795,2	11,60	208
26- V	4- VI	2- IX	19- X	907,5	11,14	110	633,8	13,08	73	1.541,3	11,87	183
10- VI	26- VI	11- IX	22- X	834,2	11,40	95	579,7	13,27	75	1.413,9	12,06	170
8- VII	21- VII	4- X	31- X	896,4	12,12	109	417,4	13,93	56	1.313,8	12,57	165
22- VII	1- VIII	5- X	1- XI	787,9	12,27	97	417,7	13,93	56	1.205,6	12,73	153
13- VIII	23- VIII	21- X	15- XI	779,9	12,99	101	418,6	14,47	60	1.198,5	13,45	161
9- IX	18- IX	9- XI	10- XII	787,1	13,83	109	624,1	15,16	93	1.411,2	14,32	202
24- IX	30- IX	30- XI	— (2)	1.023,7	14,45	148	—	—	—	—	—	—
<i>Año 1953 (testigo)</i>												
21- V	28- V	30- VIII	17- X	950,7	11,13	106	669,5	12,55	84	1.619,2	11,76	190
9- VI	18- VI	17- IX	19- X	958,7	11,44	110	442,7	13,10	58	1.401,4	12,00	168
1- VII	18- VII	6- X	23- X	980,8	12,12	120	255,8	13,29	34	1.236,6	12,48	154
20- VII	5- VIII	10- X	30- X	893,4	12,45	111	300,8	13,96	42	1.194,2	12,82	153
10- VIII	19- VIII	29- X	15- XI	960,2	13,08	126	300,9	13,96	42	1.261,1	13,36	168
31- VIII	12- IX	4- XI	23- XI	776,8	13,55	105	331,7	14,77	49	1.108,5	13,91	154
21- IX	28- X	18- XI	9- XII	796,4	14,20	113	425,7	15,03	64	1.222,1	14,50	177
9- X	18- X	— (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30- X	—	— (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Año 1954 (testigo)

20- V	30- V	31- VIII	18- X	997,4	11,13	111	630,7	13,00	82	1.628,1	11,83	193
10- VI	19- VI	13- IX	22- X	939,9	11,44	114	534,5	11,79	63	1.474,4	12,00	177
1- VII	15- VII	39- IX	25- X	880,3	11,96	105	385,6	13,48	52	1.265,9	12,40	157
21- VII	4- VIII	2- X	4- XI	722,2	12,26	88	492,8	14,00	69	1.215,0	12,91	157
13- VIII	19- VIII	22- X	15- XI	819,8	12,89	107	402,9	14,40	58	1.232,7	13,36	165
7- IX	16- IX	11- XI	11- XII	821,2	13,74	113	635,8	14,78	94	1.457,0	14,23	207
28- IX	5- X	— (3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19- X	25- X	— (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Año 1952 (vernalizado)

9- IV	14- IV	22- VII	11- X	1.158,0	11,10	128	993,8	12,21	122	2.151,8	11,63	250
18- IV	26- IV	8- VIII	12- X	1.150,9	11,05	127	828,4	12,53	103	1.079,3	11,60	230
29- IV	7- V	14- VIII	9- X	1.048,4	11,00	115	731,2	12,61	91	1.779,6	11,60	206
26- V	3- VI	31- VIII	19- X	889,3	11,14	99	652,0	13,08	84	1.541,3	11,87	183
10- VI	25- VI	3- IX	22- X	742,1	11,33	84	671,8	13,18	86	1.413,9	12,06	170
8- VII	21- VII	29- IX	24- X	820,1	12,03	98	374,6	13,75	41	1.194,7	12,48	149
22- VII	31- VII	4- X	27- X	775,8	12,27	95	351,2	13,84	47	1.147,0	12,64	142
13- VIII	22- VIII	18- X	3- XI	734,8	12,99	95	254,5	14,30	36	989,3	13,27	131
9- IX	18- IX	27- X	12- XI	588,2	13,55	80	248,5	14,48	36	836,7	13,83	116
24- IX	30- IX	18- XI	26- XI	773,1	14,28	110	161,0	15,13	24	934,1	14,37	134

Año 1953 (vernalizado)

21- V	29- V	30- VIII	12- X	950,7	11,13	106	596,3	12,58	75	1.547,0	11,68	181
9- VI	18- VI	14- IX	18- X	921,8	11,44	105	466,0	13,09	61	1.387,8	12,00	166
1- VII	19- VII	4- X	23- X	950,7	12,12	115	285,9	13,64	39	1.236,6	12,48	154
20- VII	6- VIII	9- X	30- X	879,7	12,45	110	314,5	13,67	43	1.194,2	12,82	153
10- VIII	18- VIII	18- X	2- XI	790,9	12,89	102	245,1	13,87	34	1.036,0	13,08	136
31- VIII	11- IX	28- X	11- XI	657,4	13,46	88	240,2	14,15	34	897,6	13,64	122
21- IX	28- IX	7- XI	20- XI	595,6	13,93	83	231,4	14,69	34	827,0	14,20	117
9- X	16- X	20- XI	8- XII	555,8	14,56	81	304,4	15,11	46	860,2	14,70	127
30- X	14- XI	7- XII	17- XII	610,2	15,03	92	210,4	15,21	32	820,6	15,13	124

Año 1954 (vernalizado)

20- V	30- V	30- VIII	15- X	984,6	11,13	110	602,7	12,87	77	1.587,3	11,76	187
10- VI	19- VI	10- IX	19- X	909,1	11,37	103	519,6	13,09	68	1.428,7	12,00	171
1- VII	15- VII	29- IX	24- X	880,3	11,96	105	367,9	13,59	50	1.248,2	12,40	155
21- VII	4- VIII	30- IX	3- XI	692,3	12,26	85	504,1	13,69	69	1.196,4	12,91	154
13- VIII	19- VIII	20- X	11- XI	798,8	12,89	103	354,3	14,11	50	1.155,1	13,27	153
7- IX	15- IX	2- XI	27- XI	659,8	13,55	89	462,1	14,72	68	1.121,9	14,00	157
28- IX	6- X	— (3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19- X	25- X	28- XI	16- XII	598,0	14,80	88	409,9	15,37	63	1.007,9	14,98	151

(1) Las plantas no encañaron ; (2) Las plantas no panojaron ; (3) Parcela perdida luego del nacimiento.

La preparación del terreno y los trabajos culturales realizados fueron los comunes a este tipo de ensayos. La vernalización se efectuó en heladera eléctrica a aproximadamente 4° C de temperatura durante 20 días, y según la técnica preconizada por Lysenko (1946), con algunas modificaciones propuestas por Mc Kinney y Sando (1933) y Lojkin (1936) y comprobaciones efectuadas por uno de los autores, Pascale (1956), con la utilización de trigos argentinos que seguramente tienen una exigencia en bajas temperaturas similar a las avenas, cebadas y centenos, dado que sus áreas de siembra se superponen con pocas diferencias.

Durante todo el ciclo vegetativo se efectuaron las observaciones fenológicas necesarias: nacimiento, encañazón y espigazón o panojamiento. Sirvieron éstas para el cálculo del índice heliotérmico del subperíodo nacimiento-espigazón (o panojamiento) y los parciales de nacimiento-encañazón y encañazón-espigazón (o panojamiento).

Para el cálculo del índice heliotérmico se computaron las sumas de las temperaturas medias diarias (método directo) del Observatorio Agrometeorológico de Castelar entre los extremos fenológicos antedichos, e igualmente se calculó el fotoperíodo medio (horas y centésimos de hora) para cada época y cada subperíodo. El producto de estas dos variables climáticas, dividido por 100, dio los valores del índice heliotérmico, cuyos resultados para la avena Buck 20 se incluyen como ejemplo en el Cuadro I. Los valores de los índices heliotérmicos de los tres años analizados para cada variedad se llevaron a ejes de coordenadas, y, del ajuste de tales puntos surgieron las curvas típicas (Fig. 3), de cuyo análisis se dedujeron las exigencias bioclimáticas.

EXIGENCIAS BIOCLIMÁTICAS DIFERENCIALES ENTRE LAS ESPECIES Y VARIEDADES ENSAYADAS

Avenas: Las variedades de avena que intervienen en nuestro análisis son cinco amarillas y dos blancas. Estas últimas, no utilizadas como forrajeras, fueron incluídas en el análisis al solo efecto de establecer las diferencias bioclimáticas con respecto a las avenas amarillas. En general, las avenas amarillas se han mostrado como los cereales forrajeros más exigentes en elementos climáticos, demorando o anulando el proceso reproductivo cuando no disponen de

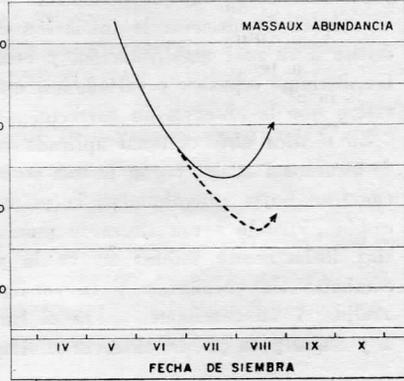
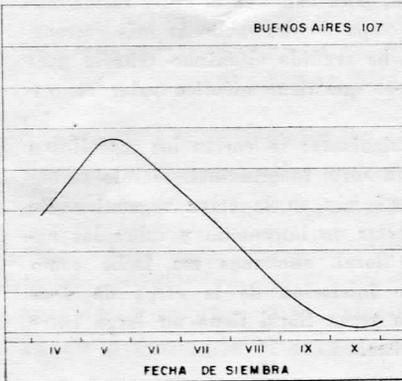
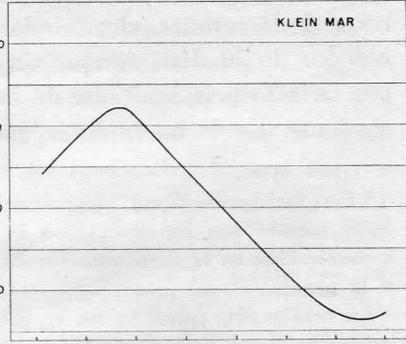
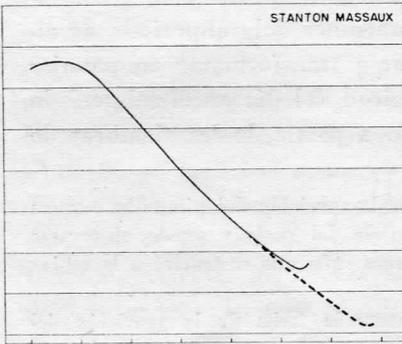
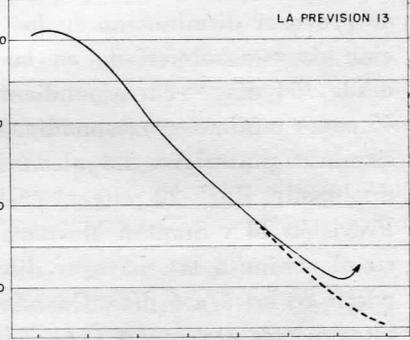
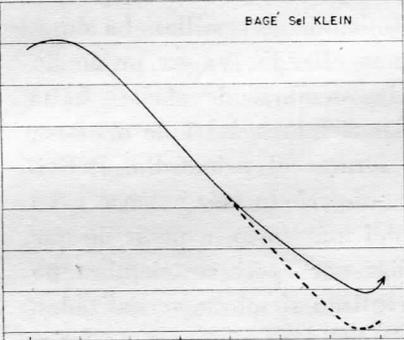
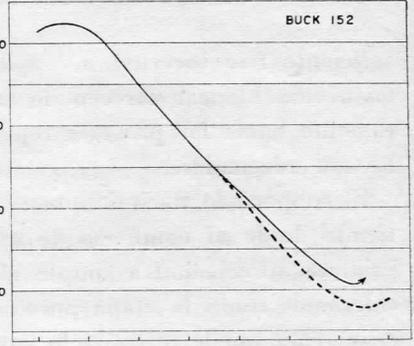
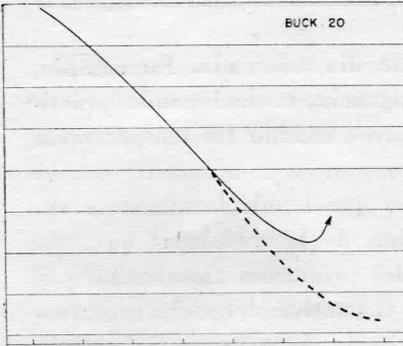
suficiente frío invernal o longitud de día adecuada. En cambio, las avenas blancas carecen de tal exigencia, evolucionando prácticamente hacia los procesos reproductivos cuando las temperaturas les son adecuadas.

El subperíodo nacimiento-encañazón que fenológicamente se extiende desde el comienzo de aparición de las plántulas hasta la primera apreciación a simple vista del primordio floral¹, lo consideramos como la etapa puramente vegetativa del ciclo evolutivo en el cual puede utilizárselo como forraje de pastoreo sin peligro de provocar disminución en los rendimientos de semillas. La duración de este subperíodo en las avenas (fig. 1), va en promedio desde 104 días —correspondiente a las siembras de abril— hasta 46 como mínimo, correspondiente a las siembras del 1 de octubre; siembras posteriores no alcanzan a formar el primordio. Individualmente, Buck 20 parece ser la de subperíodo más extenso y La Previsión 13 y Stanton Massaux las del más corto, a pesar de que en el conjunto las mayores diferencias por época de siembra no pasan de los 5 a 6 días. Cuando se realizan siembras vernalizadas, estas avenas continúan formando primordio en siembras posteriores al 1 de octubre, alcanzándose duraciones del subperíodo de alrededor de 30 días, aunque sin llegar a transformarse en panojas por la influencia limitante de la longitud del día en el subperíodo siguiente. Es de hacer notar que sólo a partir de las siembras de

¹ Con "primordio floral" queremos indicar la aparición del pimpollo o yema floral cuando éste ha emergido a la superficie del suelo y puede observarse a simple vista en la parte superior de la futura caña que sustentará a la espiga o la panoja.

La consignada, entonces, no es precisamente la fecha de la aparición del primordio floral, cuya formación es anterior; pero como es la única forma macroscópica de observar la iniciación de la etapa de desarrollo lo más cercana a su real manifestación, y como se ha seguido el mismo criterio para las distintas especies y variedades, estimamos que tiene idéntico valor comparativo que la observación correcta.

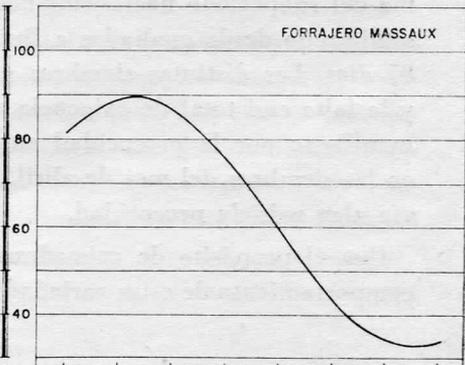
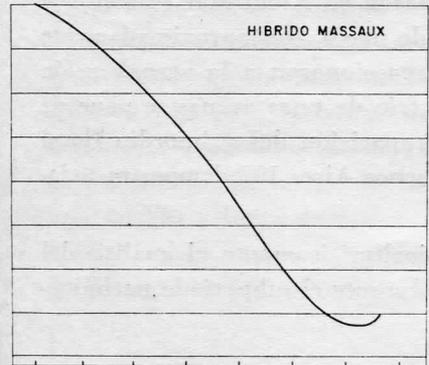
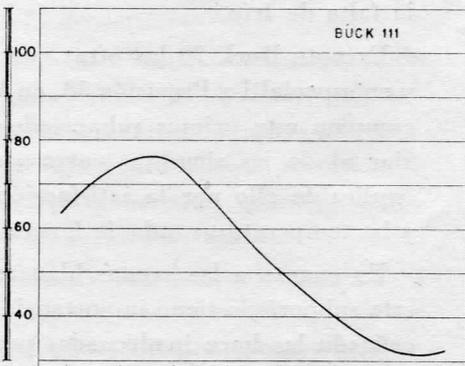
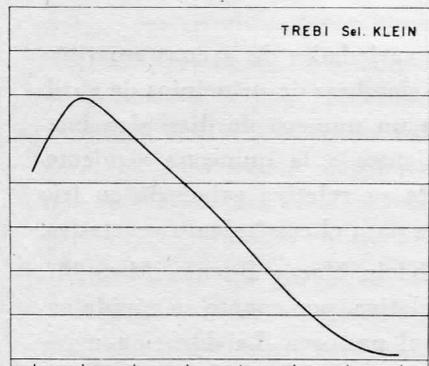
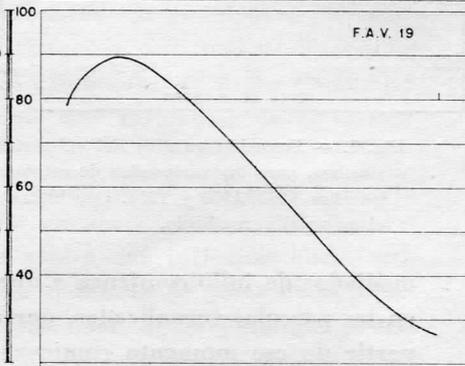
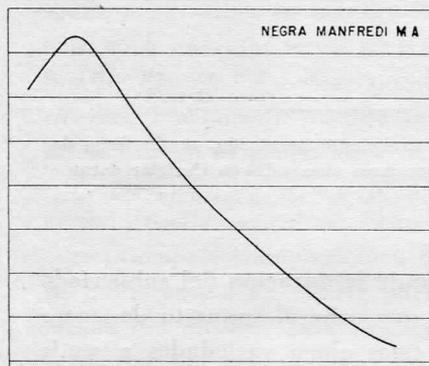
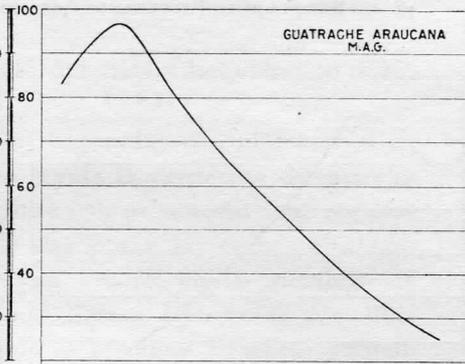
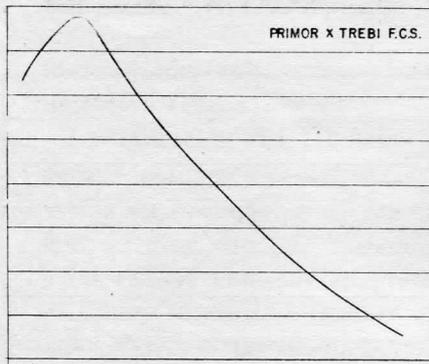
La técnica observacional aplicada es la siguiente: se cortan los macollos a la altura del suelo, y con la uña se hace un corte longitudinal. Si sólo se encuentran hojas convolutadas, la plántula está aún en la etapa vegetativa. En cambio, cuando a esa altura se puede detectar un internodio y sobre los nudos íntimamente unidos se ve la yema floral, anotamos esa fecha como comienzo de encañazón y la consiguiente iniciación de la etapa de desarrollo. A un centímetro sobre el suelo, la yema floral tiene un largo entre 1 y 2 mm y se puede observar a simple vista.



DIAS

FECHA DE SIEMBRA

FECHA DE SIEMBRA



IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA

IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA

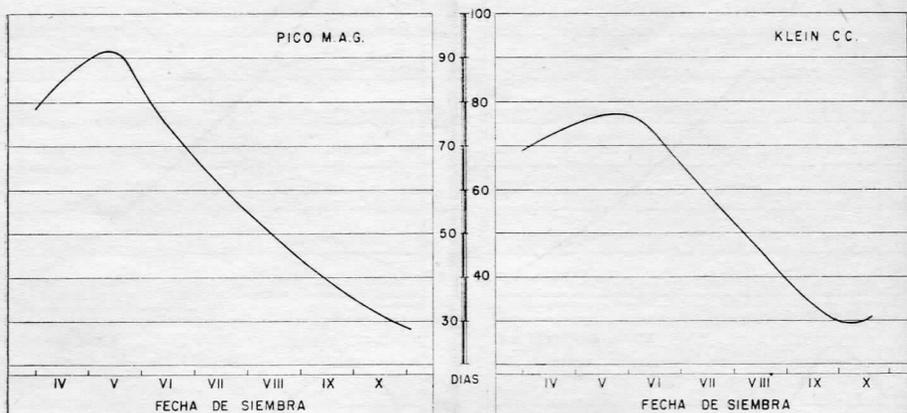


Fig. 1. — Duración en días del subperíodo nacimiento-encañazón, según fecha de siembra, para las variedades de cereales forrajeros ensayadas en Castelar durante los años 1952, 1953 y 1954. Con líneas quebradas se indican las duraciones para el material vernalizado.

mediados de julio comienza a disminuir la duración del subperíodo en las parcelas vernalizadas, por lo que cabe el supuesto de que a partir de ese momento comienzan estas cinco variedades a sentir la falta de frío.

Excepto Buck 20 las otras cuatro variedades de avenas amarillas y en especial La Previsión 13, en las siembras de principios de abril, cumplen este primer subperíodo en un número de días algo inferior al de las siembras correspondientes a la quincena siguiente, explicable ello por la satisfacción de su relativa exigencia en frío y las temperaturas todavía favorables para el crecimiento vegetativo.

En cuanto a las avenas blancas, Klein Mar y Buenos Aires 107, este subperíodo tiene importancia relativa, por cuanto su rápida encañazón las hace inadecuadas para el pastoreo. La duración máxima del subperíodo nacimiento-encañazón en Klein Mar se consigue sembrando desde mediados a fines de mayo, con aproximadamente 85 días. Las distintas siembras no reaccionaron a la vernalización y la falta casi total de exigencia en frío de estas avenas se pone de manifiesto por la precocidad en la aparición del primordio floral en las siembras del mes de abril. Buenos Aires 107 demuestra todavía algo más de precocidad.

Con el propósito de encuadrar bioclimáticamente el análisis del comportamiento de estas variedades durante el subperíodo nacimien-

to-encañazón, aplicaremos el cálculo del índice heliotérmico (IH) de Geslin (Fig. 4).

La aplicación del IH a los datos obtenidos con el material de avenas comunes y vernalizadas, nos revela la existencia de una exigencia en frío que es mayor en Buck 20, pero todas con requerimientos muy semejantes, dado que comienzan las curvas ajustadas a los valores volcados en gráficos, en 130 IH en las siembras de principio de abril, notándose algunas ligeras diferencias a medida que se atrasan las siembras. Cuando se efectúan siembras vernalizadas, las de fines de octubre llegan a reducir el IH para este subperíodo a un valor entre 80 y 90. Surge de este análisis la conclusión de que en las avenas amarillas estudiadas, el atraso en la aparición del primordio resulta ser sólo una influencia de la insatisfacción de su exigencia en frío.

En cuanto a las avenas blancas, las curvas de IH para este subperíodo oscilan entre un valor 100 en abril y 80 en las siembras de septiembre, comenzando a esta altura una inflexión hacia arriba que termina en 90 IH para las siembras de fines de octubre, última del ensayo. Esta pequeña elevación de la parábola podría explicarse por una pequeña exigencia en frío, puesta de manifiesto sólo en las siembras posteriores al 15 de octubre.

Al analizar el segundo subperíodo, que transcurre entre las fases de encañazón y panojamiento y en el que consideramos que las avenas deben satisfacer las exigencias climáticas propias de cada variedad para poder manifestar la fase reproductiva, recordamos que este lapso del ciclo vegetativo está gobernado principalmente por las temperaturas en ascenso y las longitudes del día.

Observando las parábolas de IH para este subperíodo se comprueba que las cinco variedades de avena amarilla tienen un mismo umbral fotoperiódico para iniciar el panojamiento, pues se inician en un valor similar cercano a 115 IH.

Siguiendo el análisis, las variedades La Previsión 13 y Buck 152, y en menor escala Stanton Massaux, toleran las máximas longitudes del día para la latitud de Castelar, denotado esto porque las siembras vernalizadas tienen IH similares que determinan al final un paralelismo de las parábolas con el eje de las equis en las siembras tardías y fuera de época. En cambio, las variedades Buck 20 y Bagé sel. Klein acusan para las mismas siembras un aumento de IH, que indica una cierta intolerancia a las longitudes del día

demasiado largas. Tanto es así que observando la figura 4 puede comprobarse que la variedad Bagé sel. Klein interrumpe su panojamiento no por falta de formación de primordio floral sino por el inadecuado fotoperíodo incidente a partir de esta fase.

Las avenas blancas Klein Mar y Buenos Aires 107 tienen una diferencia en la necesidad de fotoperíodos adecuados para iniciar

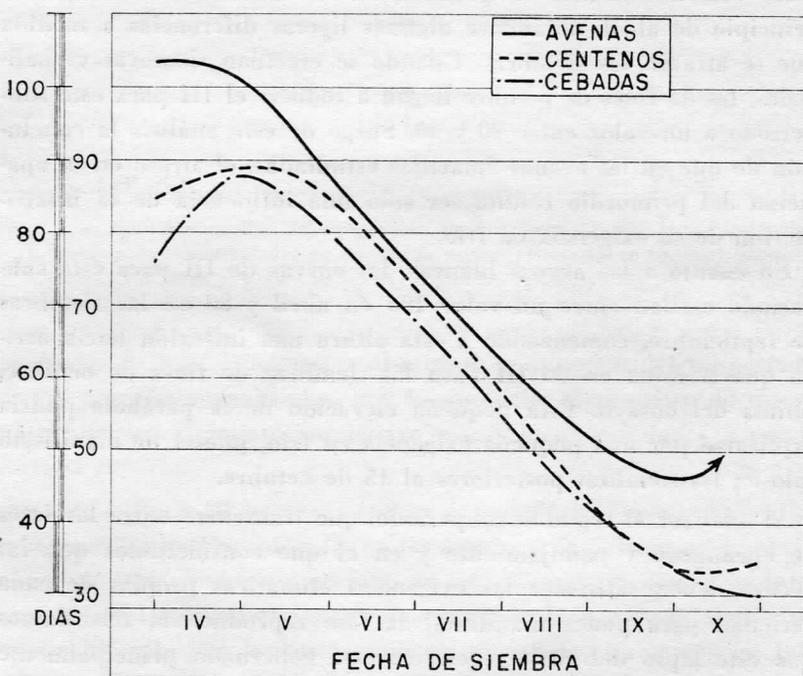


Fig. 2. — Promedio de la duración en días del subperíodo nacimiento-eneañazón, según fecha de siembra, para las variedades ensayadas de avena, cebada (excluida Massaux Abundancia) y centeno. Castelar, 1952, 1953 y 1954.

el panojamiento. Klein Mar tiene comienzo de encañazón muy precoz en las primeras siembras, pero el panojamiento no se produce hasta tanto satisfaga su necesidad fotoperiódica, lo que en Castelar acontece entre el 15 y el 20 de octubre, fecha de panojamiento correspondiente a los primordios florales formados a fines de junio-principio de julio. Esta prolongación del subperíodo encañazón-panojamiento determina una iniciación de la parábola de IH en valores elevados, algo superiores a 150. En cambio, Buenos Aires 107, además de no mostrar esa marcada exigencia fotoperiódica

dica, presenta una precocidad manifiesta; tanto es así que, en comparación con Klein Mar, completa el segundo subperíodo en un número menor de días, lo que determina valores de IH más reducidos.

Ambas variedades, al final de la curva de IH del segundo subperíodo presentan una pequeña inflexión hacia arriba, no por intolerancia a los fotoperíodos amplios, sino por la incidencia de las temperaturas elevadas, que aumentan el producto con el que se obtiene el IH.

Hemos analizado así, separadamente, los dos subperíodos—nacimiento-encañazón y encañazón-panojamiento— pues determinan las dos etapas diferenciales en cuanto a exigencias climáticas para el crecimiento y desarrollo, respectivamente. Sin embargo, la interacción de los elementos climáticos actuantes en estas dos etapas sucesivas, determinan un comportamiento bioclimático global que puede analizarse por las parábolas obtenidas mediante los valores de IH computados para el lapso nacimiento-panojamiento.

De la observación de las figuras 3 y 4 se deduce que las avenas Buck 20, Bagé sel. Klein, La Previsión 13, Stanton Massaux y Buck 152, tienen la característica bioclimática de reaccionar favorablemente a la vernalización. Buck 20 es la más sensible a la falta de frío invernal, mientras que las otras cuatro parecen tener una exigencia similar, sólo que en ese orden dejan de panojar a medida que se atrasen las siembras, debido probablemente a cierta intolerancia al fotoperíodo amplio del mes de diciembre de Castelar, consideración esta última que ya efectuáramos al tratar el segundo subperíodo para la variedad Bagé sel. Klein.

Al observar las parábolas de las referidas variedades vernalizadas surge evidente que La Previsión 13, Buck 152 y Stanton Massaux, al terminar sus curvas paralelas al eje de las equis, demuestran haber satisfecho totalmente sus exigencias en frío y no muestran reacción al fotoperíodo incidente. En cambio, Buck 20 y Bagé sel. Klein tienen una curvatura hacia arriba que indica cierta insatisfacción, la cual, como hemos visto al hacer el análisis por subperíodos, se debe en el caso de Bagé sel. Klein a una intolerancia en la longitud del día, y en Buck 20, a una insatisfacción en frío y a cierta reacción negativa al fotoperíodo.

Las variedades de avenas blancas, conforme a lo que se desprende de la figura 4, no reaccionan a la vernalización, especialmente Bue-

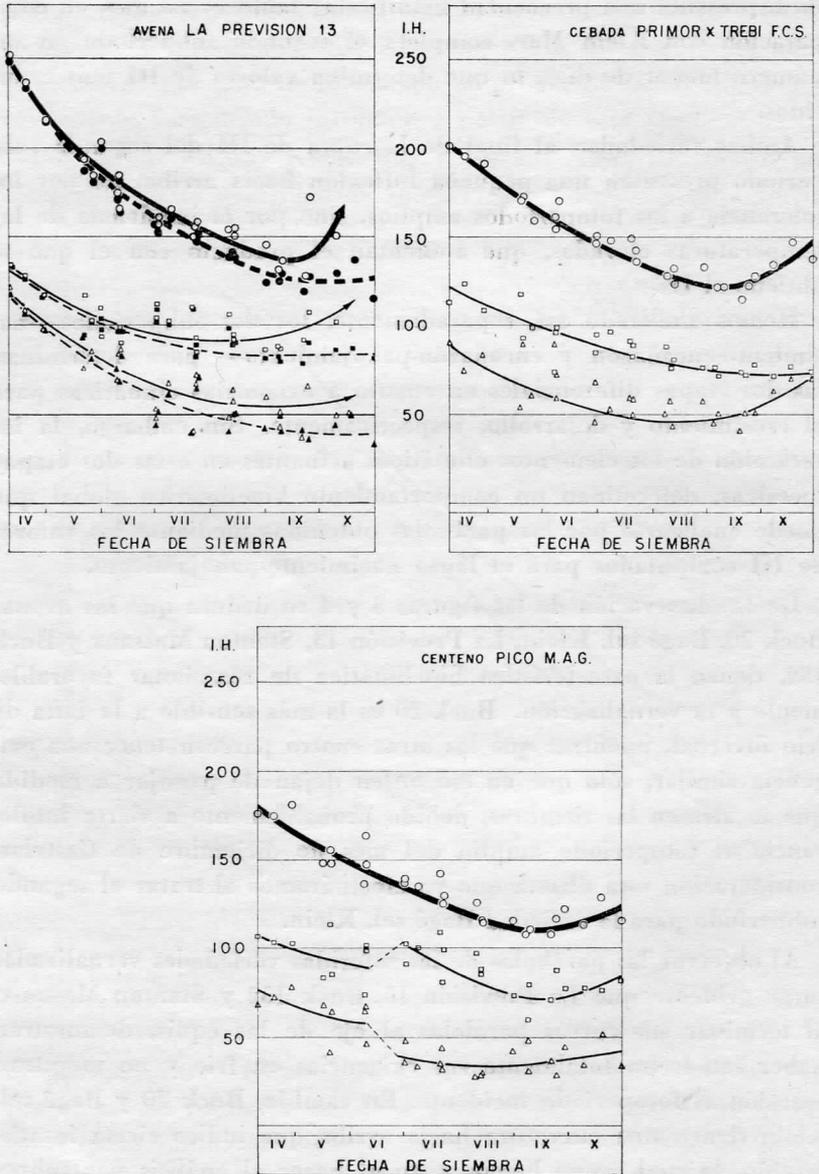


Fig. 3. — Curvas típicas de I.H., según fecha de siembra, para los subperíodos nacimiento-espigazón o panojamiento (línea llena gruesa); nacimiento-enañazón (línea llena fina superior) y enañazón-espigazón o panojamiento (línea llena fina inferior). Para la avena La Previsión 13 se indica con líneas quebradas los valores de I.H. para el material vernalizado. Castelar, 1952, 1953 y 1954.

nos Aires 107, cuyas curvas de IH vernalizadas no se han representado por coincidir con las del material testigo, pues Klein Mar, en las siembras de fines de octubre acusa una pequeña reacción a la falta de frío. Evidentemente, Buenos Aires 107 es, a través de todas las épocas de siembra, más precoz que Klein Mar, debido a su menor exigencia en longitud del día, que determina el cumplimiento del subperíodo encañazón-panojamiento en un número menor de días, tal como lo explicáramos anteriormente. La inflexión de las dos parábolas en las últimas siembras del ensayo obedece más que a una exigencia en frío, a cierta intolerancia al fotoperíodo conjuntamente con la incidencia de temperaturas muy elevadas al final del ciclo, que aumentan el valor de IH.

Centenos: Para nuestro análisis se han utilizado las siguientes variedades de centeno: Híbrido Massaux, Forrajero Massaux, Pico MAG y Klein CC, que a diferencia de las avenas anteriormente estudiadas, casi no tienen exigencia en frío, pero, en cambio, reaccionan en forma acentuada ante fotoperíodos inadecuados.

La poca exigencia en frío hace que la aparición del primordio floral se acelere cuando las temperaturas ambientales son favorables y en estas condiciones el subperíodo nacimiento-encañazón se cumple en un número de días inferior al de las siembras similares de avena (Fig. 1). Es así cómo al efectuar siembras tempranas, a principios de abril, por ser las temperaturas favorables, el primer subperíodo se cumple en aproximadamente 70 días, en la variedad más precoz, Klein CC. Hasta las siembras del mes de mayo, esta variedad aumenta ligeramente el número de días hasta 77, cumpliéndose el subperíodo en relación directa con el aumento de la temperatura ambiental, en un mínimo de 30 días, coincidente con las siembras de octubre. La pequeña exigencia en frío de Klein CC, queda demostrada en las siembras de fines de octubre, las cuales reaccionan a la vernalización. Forrajero Massaux y Pico MAG tienen duraciones similares para el subperíodo vegetativo, excepto en las siembras de mayo, donde el segundo demuestra menor precocidad. Híbrido Massaux es la variedad que tiene mayor duración del subperíodo nacimiento-encañazón, superando los 100 días en las siembras iniciales. Asimismo, parece ser la variedad que tiene mayores exigencias climáticas, pues en las siembras iniciales

del ensayo, aun con temperaturas adecuadas, no acorta el subperíodo y reacciona algo a la vernalización.

Esta característica del centeno de iniciar su encañazón precoz-

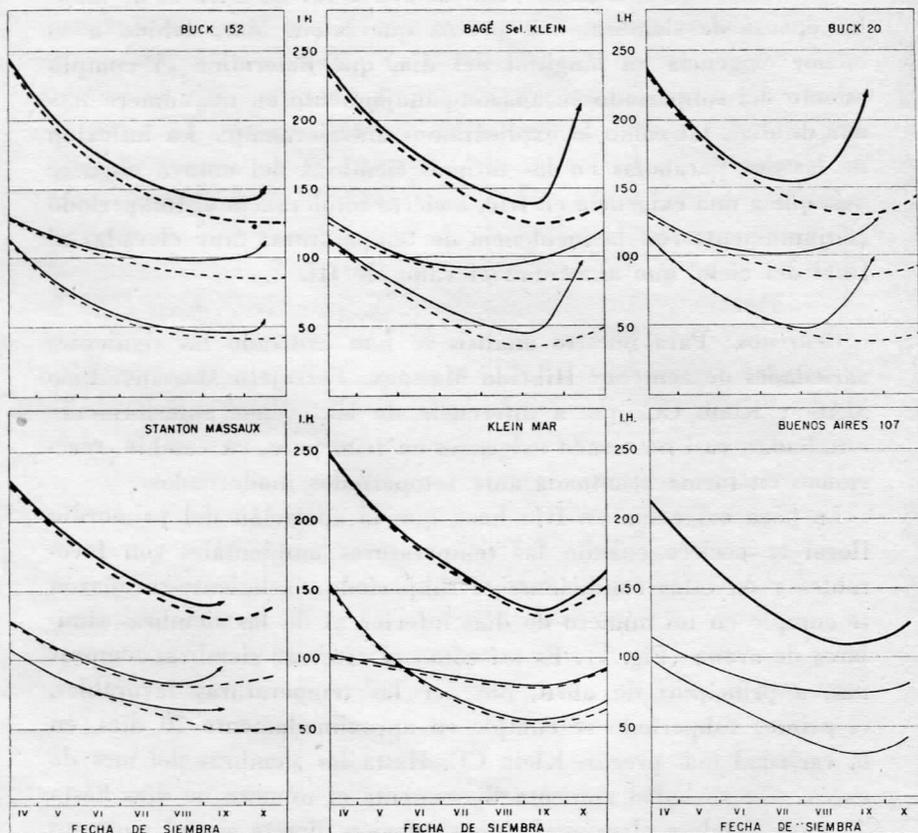


Fig. 4. — Variación de los valores de I.H., según fecha de siembra, en las variedades de avena ensayadas en Castelar para el subperíodo nacimiento-panojamiento (línea llena gruesa), el subperíodo nacimiento-encañazón (línea llena fina superior) y el subperíodo encañazón-panojamiento (línea llena fina inferior). Con líneas quebradas se indica la variación I.H. al utilizar material vernalizado.

mente, desventajosa en relación a la avena desde el punto de vista del aprovechamiento para el pastoreo, se ve compensada por su mayor resistencia a las adversidades climáticas y bióticas, que lo hacen insustituible en regiones climáticamente desfavorables para el cultivo de la avena.

Analizando este subperíodo por medio del índice heliotérmico

(Figs. 3 y 5), se comprueba que la precocidad en la aparición del primordio floral aumenta desde Híbrido Massaux a Klein CC, con valores iniciales de 135 y 100 IH, respectivamente. Forrajero Massaux y Pico MAG inician sus curvas con valores cercanos a 110 IH. Puede observarse que las siembras hasta el mes de mayo o junio siguen con valores de IH en descenso, pero luego, durante dos o tres siembras, las de los meses de junio y julio, se produce un brusco salto hacia arriba que determina la formación de una segunda curva a partir de ese momento. La explicación puede hallarse en el hecho de que, como este subperíodo es de crecimiento vegetativo y las temperaturas posteriores a la siembra de estas épocas son bajas, el poco crecimiento de las plantas determina el alargamiento del subperíodo. Dado que para obtener el IH uno de los factores es la suma de temperaturas, la que en este caso se torna elevada por el aumento en la duración, el producto resulta también en un número significativamente mayor.

Las curvas finalizan en una pequeña inflexión hacia arriba debido a la poca exigencia en frío de las distintas variedades.

En el segundo subperíodo, se observa que Forrajero Massaux e Híbrido Massaux inician la curva en valores más altos que Pico MAG y Klein CC; pero las diferencias no radican en esto, que no llega a definir un umbral fotoperiódico, sino en la finalización de la curva, donde se comprueba que Híbrido Massaux y Klein CC tienen una intolerancia a los fotoperíodos largos. En cambio, Forrajero Massaux y especialmente Pico MAG muestran una mayor tolerancia a los fotoperíodos largos de fines de diciembre de Castelar.

Finalmente, las parábolas de valores de IH correspondientes al subperíodo nacimiento-espigazón, de cuyo análisis general extraemos las características bioclimáticas de una variedad determinada, indican en el caso de los centenos analizados, que el orden de precocidad decreciente es el que sigue: Klein CC, Pico MAG, Forrajero Massaux e Híbrido Massaux iniciándose en 165, 180, 205 y 230 IH, respectivamente. El valor más bajo de IH en estas parábolas corresponde a las siembras de principio de setiembre en las cuatro variedades; a partir de ese momento aumentan formando curvas bastante pronunciadas que indican intolerancia a elementos meteorológicos para el cumplimiento de este subperíodo.

Por el análisis en subperíodos de crecimiento y desarrollo efectuado anteriormente se comprobó que esta intolerancia se debe a

un efecto conjunto de exigencia relativa en bajas temperaturas y principalmente a la falta de tolerancia a las longitudes del día incidentes.

Cebadas: El análisis bioclimático de las cebadas lo efectuamos con 7 variedades, las que, salvo Massaux Abundancia, parecen tener un comportamiento similar, cual es el de reaccionar poco o nada a la vernalización y demostrar una intolerancia a los fotoperíodos largos en las últimas siembras de nuestro ensayo.

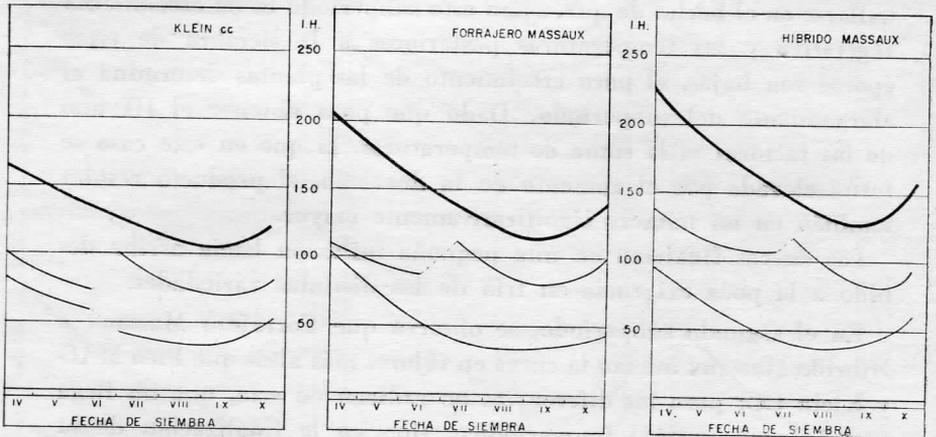


Fig. 5. — Variación de los valores de I.H., según fecha de siembra, en las variedades de centeno ensayadas en Castelar, para el subperíodo nacimiento-espigazón (línea llena gruesa), el subperíodo nacimiento-encañazón (línea llena fina superior) y el subperíodo encañazón-espigazón (línea llena fina inferior).

En el aspecto forrajero, presentan una aptitud similar o algo inferior a los centenos estudiados anteriormente, volviendo a recalcar que sólo consideramos para este juicio el número de días que transcurren entre el nacimiento y la aparición del primordio floral. Evidentemente, ésta, como las otras especies, puede pastorearse con posterioridad a esta fase, aunque en detrimento de la cantidad de grano, en razón directa con la altura desde el suelo a que se encuentre la yema floral o espiga ya formada (Papadakis, 1954).

En cuanto al número de días de estado vegetativo (Fig. 1), la variedad que menos computa es la Buck III, con un máximo en las siembras de mayo que alcanza a 76 días. Antes y después de esta fecha de siembra, el número de días es menor, alcanzándose en las siembras de octubre valores poco superiores a 30 días.

F. A. V. 19, Negra Manfredi MA, Guatraché Araucana MAG y Primor×Trebi F.C.S., tienen en este aspecto una longitud semejante con valores máximos en las siembras de fines de abril, con aproximadamente 90 días de duración, terminando en las siembras de fines de octubre, en duración de 30 días y aun inferiores.

En estas variedades, también las primeras siembras de nuestro ensayo encañan más precozmente que las de abril o mayo, lo que indica la falta de exigencias específicas.

En cuanto a Massaux Abundancia su comportamiento es totalmente distinto. Desde las primeras siembras de nuestro ensayo muestra poseer una extensa duración del período vegetativo superior a los 110 días. Esta duración disminuye hasta las siembras de mediados de julio con un valor algo inferior a 70 días, para, a partir de ese momento, comenzar a aumentar, dejándose de producir el primordio floral en siembras posteriores al mes de agosto. Indica ello que las condiciones climáticas que influyen en esas siembras no son adecuadas para el cumplimiento de las exigencias particulares de esta variedad. Con las siembras simultáneas vernalizadas, se comprobó una exigencia relativamente alta en bajas temperaturas, pues a partir de las siembras de fines de julio las parcelas tratadas adelantan progresivamente la aparición del primordio floral hasta alcanzar ventajas de 20 días.

De la aplicación del IH a este primer subperíodo (Fig. 6) surge la afirmación de la pequeña exigencia en frío de las variedades de cebada ensayadas, con excepción de Massaux Abundancia. En efecto, la iniciación de las curvas de IH para el subperíodo nacimiento-encañazón muestra que salvo Buck 111, que es la más precoz y que inicia en 100 IH, oscilan entre 105 y 125 IH; Massaux Abundancia, debido a su tardía aparición de primordio, inicia la curva en valores muy elevados, cercanos a 150.

Las variedades Negra Manfredi MA, Guatraché Araucana MAG, Primor×Trebi F.C.S. y F.A.V. 19, terminan la curva paralelamente al eje de las abscisas, lo que indica una falta absoluta de exigencia en bajas temperaturas. Buck 111 y Trebi sel. Klein, con su pequeña inflexión en el final de su curva, indican una consiguiente pequeña exigencia. La curva de Massaux Abundancia es demostrativa de su marcada necesidad en bajas temperaturas, corroborado ello incluso por el hecho de ser la única variedad de cebada ensayada que reacciona a la vernalización, tal lo que se observa

en la figura 6, por la curva de IH respectiva. Las variedades Buck 111, F.A.V. 19 y Trebi sel. Klein, de igual manera que los centenos estudiados, tienen un aumento del IH en las siembras

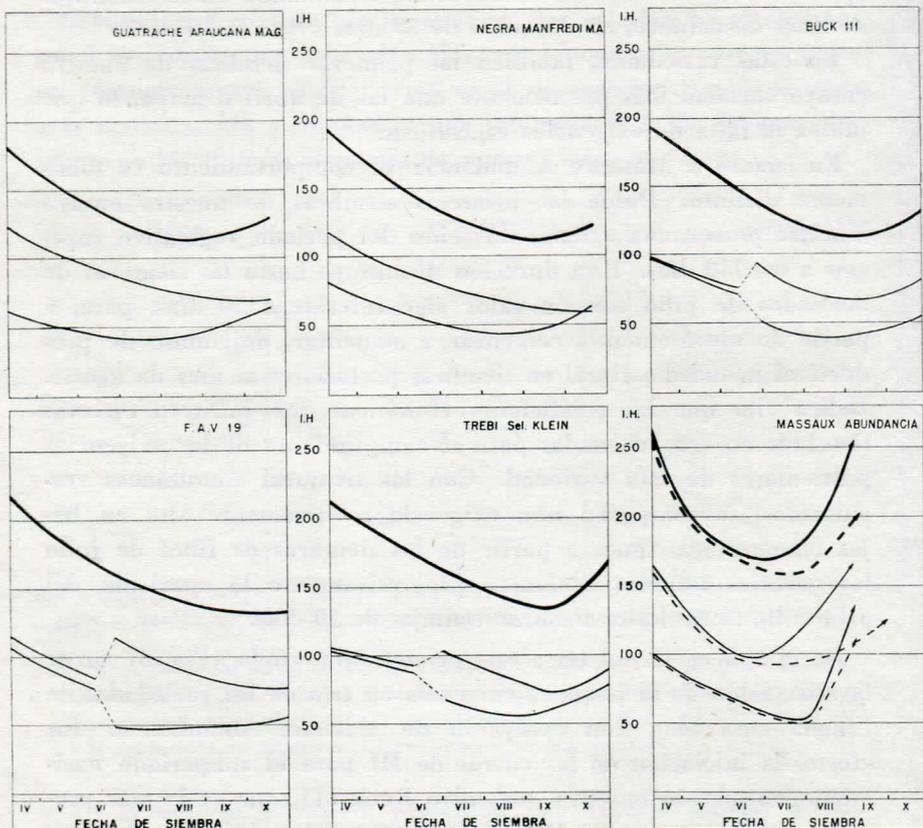


Fig. 6. — Variación de los valores de I.H., según fecha de siembra, en las variedades de cebada ensayadas en Castelar, para el subperíodo nacimiento-espigazón (línea llena gruesa), el subperíodo nacimiento-enañazón (línea llena fina superior) y el subperíodo enañazón-espigazón (línea llena fina inferior). En Massaux Abundancia se indica con línea quebrada la variación del I.H. al utilizar material vernalizado.

invernales, debido a una falta de crecimiento por bajas temperaturas o a la necesidad de un determinado umbral térmico para la aparición del primordio floral.

La aplicación del IH al segundo subperíodo, que va desde la aparición del primordio floral hasta la espigazón, indica que las variedades de cebadas estudiadas demuestran cierta intolerancia

a la longitud del día en las siembras a partir de setiembre en Primor×Trebi F.C.S., Negra Manfredi MA, Guatraché Araucana MAG, Buck 111 y Trebi sel. Klein, denotada por la inflexión final de las curvas en las figuras correspondientes. La variedad F.A.V. 19 parece ser la de mayor indiferencia al fotoperíodo, en tanto que Massaux Abundancia es altamente exigente también en este aspecto, tanto que ni las parcelas vernalizadas consiguen completar el ciclo vegetativo de las siembras del referido mes de setiembre.

Analizado el subperíodo total, nacimiento-espigazón, por el método IH, pareciera que el orden de precocidad decreciente es el siguiente; Guatraché Araucana MAG, Negra Manfredi MA, Buck 111, Primor×Trebi F.C.S., F.A.V. 19, Trebi sel. Klein y Massaux Abundancia, con valores iniciales que van desde 180 IH en Guatraché Araucana MAG hasta menos de 250 en Massaux Abundancia. La única parábola que indica indiferencia a elementos climáticos o tolerancia al complejo ambiental de la localidad de Castelar es la cebada F.A.V. 19, pues su curva decrece con el atraso de las siembras hasta finalizar horizontalmente al eje de las abscisas. Ya al hablar de esta variedad en sus dos subperíodos habíamos denotado su reacción a las temperaturas de crecimiento y su indiferencia a la longitud del día.

Guatraché Araucana MAG, Negra Manfredi MA, Buck 111, Primor×Trebi F.C.S. y Trebi sel. Klein, poseen una inflexión final de la curva, cada vez más marcada en el orden indicado, debido en todas ellas a su intolerancia a los días demasiado largos del verano de Castelar, sumado a una pequeña exigencia en frío en Buck 111, y Trebi sel. Klein. En cambio, como vimos anteriormente, Guatraché Araucana MAG, Negra Manfredi MA y Primor×Trebi F.C.S., pueden citarse como variedades que no exigen absolutamente ninguna cantidad de frío.

CONCLUSIONES

En conjunto, la exigencia en bajas temperaturas comprobada para las variedades analizadas de Avenas, Cebadas y Centenos concuerda con las disponibilidades de ese elemento en sus regiones de cultivo en el país.

Para la utilización de los cereales invernales como doble propósito, interviene fundamentalmente la importancia de la fecha

de siembra, que además de posibilitar la satisfacción de las exigencias en frío ubica la oportunidad del desarrollo en el momento en que la longitud del día es adecuada para la expresión de la espigazón o panojamiento. A este respecto, las tres especies tienen variedades con distintas exigencias y tolerancias fotoperiódicas que se analizaron particularmente en cada caso.

Entre los cereales utilizados como verdes invernales, exceptuado el trigo, surge del análisis realizado que las variedades de avena amarilla presentan un período más prolongado para iniciar la encañazón, debido a cierta exigencia en bajas temperaturas.

Las avenas blancas, los centenos y las cebadas, que tienen un comportamiento bioclimático similar, reaccionan principalmente a las temperaturas en aumento antes que a un requerimiento de temperaturas vernalizantes. Sólo algunas variedades presentan una pequeña exigencia en este último aspecto.

Las presentes conclusiones difieren de las formuladas por Papadakis en su Mapa Ecológico (1952), donde se establece para las cebadas y centenos exigencias en frío relativamente elevadas.

RECONOCIMIENTO

Los autores dejan constancia de su agradecimiento al Ing. Agrón. Herminio J. Giordano, profesor titular de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, por las oportunas sugerencias formuladas durante la preparación del manuscrito de esta publicación.

Resumen.— Se analizan bioclimáticamente siete variedades de avena, siete de cebada y cuatro de centeno, cultivadas en el país, aplicando el Índice Helio térmico de Geslin a las observaciones obtenidas durante tres años de siembras continuadas en Castelar (Buenos Aires). La diferenciación de los subperíodos nacimiento-encañazón y encañazón-espigazón permite estudiar separadamente las aptitudes varietales para los propósitos de forraje y forraje-grano respectivamente, integrándose las características bioclimáticas mediante el análisis del subperíodo nacimiento-espigazón.

Summary.— Applying the Geslin's Heliothermic Index to the observations during three years of continued sowns at Castelar (Bs. As.) the bioclimatic analysis of seven oats varieties, seven of barley and four of rye, cultivated in the Argentine Republic, is elaborated. The forage and forage-grain aptitudes

of those varieties are made evident from separated analysis of the emerging-booting and booting-heading partial subperiods. The total emerging-heading subperiod shows the general bioclimatic characteristics of different varieties.

BIBLIOGRAFIA

- GESLIN, H., *Etude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat. Contribution a l'étude du clima du blé.* — Thèse, Paris, Imprimerie Nationale, 1944.
- LOJKIN, M., *Moisture and temperature requeriments for yarovization on winter wheat.* — Contr. Boyce Thompson Inst. 8 : 237-61, 1936.
- LYSENKO, T., *Agrobiología.* Moscú. Traducción inédita del Ing. VLADIMIR MI-CHAJLIKOV. S.M.N. Buenos Aires, 1946.
- MC KINNEY, H. H. AND W. J. SANDO, *Earliness and seasonal growth habit in wheat as influenced by temperature and photoperiodism.* — The Journal of Heredity. V. XXIV. May. n° 5, 1933.
- PAPADAKIS, J., *Mapa Ecológico de la República Argentina.* 2ª edición. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires, 1952.
- PAPADAKIS, J., *Ecología de los cultivos.* Tomo II. *Ecología Especial.* Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires, 1954.
- PASCALE, A. J. *Técnica de la vernalización para la investigación bioclimática en cereales.* — Ingeniería Agronómica, año XIV. Set-Oct., n° 5, p. 3-10. 1956.
- PASCALE, A. J. Y E. A. DAMARIO, *El índice heliotérmico aplicado a los trigos argentinos.* — "Meteoros", año IV, n° 3, julio-setiembre, p. 129-157, 1954.

