

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

ANALES
DE LA
ESTACION EXPERIMENTAL
DE AULA DEI





INDICE

	págs.
M. C. TABUENCA. — Incidencia de heladas durante la floración de variedades frutales de hueso y pepita en las colecciones de Aula Dei	294
M. C. TABUENCA. — Necesidades de frío invernal en almendro	325
M. C. TABUENCA. — Necesidades de frío invernal de variedades de melocotonero. II	330
L. HERAS, A. ABADÍA y L. MONTAÑÉS. — Estado nutritivo del olivo en el valle del Ebro. II. Zonas de Barbastro, Belchite y Borjas Blancas	335
L. MONTAÑÉS, A. ABADÍA y L. HERAS. — Composición de la alfalfa (<i>Medicago Sativa</i> L.) a lo largo del ciclo de explotación	357
A. SILVÁN, J. M. LASA y A. GALÁN. — Influencia de la temperatura en la germinación de la remolacha azucarera (<i>Beta vulgaris</i>)	366
M. C. TABUENCA, M. MUT y J. HERRERO. — Influencia de la temperatura en la época de floración de variedades de almendro	378
R. B. GHOSH. — Studies in the embryology of the family meliaceae. IV. Fertilisation, endosperm and embryogeny of <i>Aphanamixis polystachya</i> (Wall.) Parker (Syn. <i>Amoora rohituka</i> W. & A.) - A medicinal plant with a discussion on its taxonomic status and horticulture	396

Incidencia de heladas durante la floración de variedades frutales de hueso y pepita en las colecciones de Aula Dei

por M. C. TABUENCA

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 26 - VII - 1971

A B S T R A C T

TABUENCA, M. C., 1972. Incidence of frost during the blossoming of hardy fruit trees in the collections of Aula Dei. *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 294-324.

Apricot and japonese plum varieties blossom very early in the season and their flowers are often damaged by frost. Peach, european plum and pear varieties are only some years affected by frost, the most affected being the earliest blossoming varieties. Almost every year, cherry and apple varieties blossom after the last frost.

I N T R O D U C C I O N

Las heladas de primavera constituyen un problema de gran importancia, ya que aunque los descensos térmicos sean poco intensos sobrevienen en una época en que las flores y los pequeños frutos son particularmente sensibles.

La susceptibilidad a las heladas de primavera de las distintas especies y variedades frutales, aumenta a medida que avanza el estado de desarrollo de la flor, estando generalmente aceptado que las flores abiertas son más resistentes a las bajas temperaturas

que los frutitos recién formados, y que conforme éstos aumentan de tamaño van haciéndose más resistentes.

Un método indirecto de defensa de las heladas de primavera, el cual puede practicarse con éxito en algunos casos, es la elección de especies y variedades de floración tardía, esto les da una mayor probabilidad de florecer en fechas posteriores a las de las últimas heladas.

En el presente trabajo se indican las heladas habidas, durante la floración de albaricoqueros, cerezos, ciruelos japoneses y europeos, melocotoneros, perales y manzanos, en el período 1954-1971 en las colecciones de variedades de la Estación Experimental de Aula Dei.

MATERIAL Y METODOS

Las observaciones se realizaron en los vergeles de colección de la Estación Experimental de Aula Dei.

Los primeros vergeles se establecieron en 1951 con árboles injertados en el verano anterior. En estas colecciones se empleó mirobolán como patrón para albaricoquero y ciruelo, Sta. Lucía para cerezo, franco para manzano y melocotonero, y membrillero para peral. Los árboles estaban formados en vaso, siendo la distancia media entre ellos de 5×5 m.

La determinación de la fecha de floración de cada una de las variedades de las citadas colecciones se realizó durante los años 1954-1962 en albaricoqueros y ciruelos, durante 1954-1963 en cerezos, melocotoneros y perales y durante 1954-1965 en manzanos. Una gran parte de estas observaciones se encuentran recogidas en dos trabajos anteriores (HERRERO y TABUENCA, 1966; TABUENCA y HERRERO, 1966).

En 1956 se estableció una nueva colección de ciruelo, la cual se había injertado durante el verano anterior sobre Mirobolán B (selección East Malling), los árboles estaban formados en vaso y a una distancia de 5 m. al tresbolillo.

En 1958 se plantaron las nuevas colecciones de albaricoquero y peral, la primera injertada sobre Mirobolán B (selección East Malling) a una distancia de 5 m. al tresbolillo; la segunda, sobre

Membrillero C (selección East Malling) con intermediario de Mantecosa Hardy a una distancia de 4×2 m. En ambas colecciones los árboles fueron formados en vaso.

En 1963 se estableció la nueva colección de melocotonero injertada sobre franco, siendo la distancia entre árboles de 4×6 m. y estando formados en vaso. La nueva colección de manzano se plantó ese mismo año y estaba injertada sobre Malling VII (selección East Malling), los árboles estaban situados a una distancia de 4×3 m. y se formaron en palmeta.

Por último, en 1965 se estableció la nueva colección de cerezo injertada sobre Sta. Lucía, a una distancia de $4,5 \times 3,5$ m., formando los árboles en vaso.

En las citadas colecciones se tomó la floración en el período 1960-1968 en ciruelo, 1960-1971 en albaricoquero, 1961-1971 en peral, 1965-1971 en melocotonero, 1966-1971 en manzano y 1968-1971 en cerezo.

Los datos climatológicos se han obtenido en el observatorio meteorológico de la Estación Experimental de Aula Dei, donde están situadas las plantaciones.

RESULTADOS

Para juzgar los perjuicios que han podido ocasionar los descensos de temperatura, se ha tenido en cuenta el estado fenológico en que se encontraban las variedades cuando estos ocurrieron, así como las temperaturas que en general pueden soportar las distintas especies, según opiniones de diversos autores resumidas por SAUNIER (1960).

Para cada especie se hacen algunos comentarios sobre la incidencia de heladas en los distintos años, recopilándose en forma de cuadros, numerados del 1 a 7, una estimación de los posibles daños en algunas variedades elegidas entre las principales, y procurando que entre ellas estén representadas las de más temprana y más tardía floración. En estos cuadros se ha dado una clasificación arbitraria que va de 0 a 5. Cero indica que no ha habido helada durante la floración y los números del 1 al 5 indican una probabilidad creciente de daños, basándose únicamente en los descensos térmicos

habidos y en el momento en que han ocurrido, sin tener en cuenta las posibles diferencias de susceptibilidad varietal.

En un apéndice se han representado gráficamente las temperaturas y pluviometría diarias junto con las épocas de floración de algunas variedades en cada uno de los años comprendidos entre 1954 y 1971.

Albaricoquero

El albaricoquero, junto con ciruelo japonés, es la especie de floración más temprana; de los 18 años comprendidos entre 1954 y 1971, sólo en cinco (1954, 1957, 1960, 1965 y 1969) la floración de albaricoquero tuvo lugar en período libre de heladas.

CUADRO 1.— *Estimación de los posibles daños producidos por las temperaturas bajas durante la floración y primeras fases de desarrollo del fruto en algunas variedades de albaricoquero (1954-1971).*

Variedad	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Canino	0	4	1	0	3	1	0	3	5	3	3	0	5	5	3	0	5	5
Moniquí	0	4	1	0	3	1	0	3	5	3	3	0	5	5	3	0	5	5
Paviot	0	4	1	0	3	1	0	3	4	3	3	0	5	5	2	0	5	5
Búlida	0	4	0	0	2	1	0	3	4	3	3	0	5	5	2	0	4	—

Algunos años las temperaturas descendieron moderadamente cuando solo las primeras flores habían abierto (1956, 1959), en otros años, aunque las temperaturas no fueron muy bajas, tuvieron lugar cuando los frutitos se habían ya formado, momento de la mayor susceptibilidad varietal (1961, 1963, 1968).

En 1958 la temperatura descendió a límites que se consideran perjudiciales ($-2,5^{\circ}$) durante la plena floración de la mayoría de las variedades, y en 1964 se llegó a $-4,0^{\circ}$ y $-6,0^{\circ}$ en fechas inmediatamente anteriores a las de floración, temperaturas del orden de las habidas en este año pudieron afectar aún a las yemas florales próximas a abrirse.

En 1955 hubo reiteradas heladas, alcanzándose hasta $-3,2^{\circ}$ después de comenzar la floración del albaricoquero, y cuando ésta estaba ya terminando descendió de nuevo la temperatura a $-2,0^{\circ}$ el día 2 de abril; la repetición de los descensos térmicos, y la época

en que tuvieron lugar, actuando conjuntamente agravaron las condiciones en este año.

Los años 1962, 1966, 1967, 1970 y 1971 se produjeron los mayores daños. En 1966 por la persistente repetición de los descensos térmicos, en 1962, 1970 y 1971 por haberse alcanzado temperaturas sumamente bajas durante la floración, y en 1967 por haber descendido la temperatura hasta $-3,2^{\circ}$ unas tres semanas después de finalizada la misma, lo que originó la pérdida total de la cosecha.

De los comentarios anteriores se deduce que, al menos en 6 de los 18 años se producirían graves daños, y que al menos en 5 más éstos serían de consideración. Parece que hasta 1960 la incidencia de heladas durante la floración fue menor, pues de los 7 primeros años hubo tres sin heladas y dos más en que apenas se producirían daños.

La diferencia en época de floración entre las variedades de esta especie no fue en general suficiente para que la incidencia de heladas dejase de ser un grave problema en aquellas de floración más tardía.

Ciruelo japonés

El ciruelo japonés, cuya gran mayoría de variedades se caracterizan por sus escasas necesidades de frío invernal, es de floración muy temprana en el Valle medio del Ebro, zona en la que por otra parte el cultivo de esta especie está poco difundido.

Durante el período 1954-1968 únicamente en 1954 la floración tuvo lugar, para todas las variedades de ciruelo japonés, en época

CUADRO 2.— *Estimación de los posibles daños producidos por las temperaturas bajas durante la floración y primeras fases de desarrollo del fruto en algunas variedades de ciruelo japonés (1954-1968).*

Variedad	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Methley	—	5	2	1	3	2	1	3	5	2	2	2	—	5	3	—	—	—
Santa Rosa	0	5	2	0	2	2	0	3	5	2	2	0	4	5	3	—	—	—
Red Ace	—	—	—	—	—	—	—	3	5	2	2	—	—	5	3	—	—	—
Wickson	0	4	1	0	2	2	0	2	5	2	2	—	—	5	2	—	—	—
Beauty Plum	0	5	1	0	2	1	0	2	4	2	2	—	—	5	2	—	—	—
Apex	0	4	2	0	2	2	0	2	4	2	2	—	—	5	2	—	—	—
Golden Japan	0	4	2	0	2	2	1	3	4	2	2	2	4	5	2	—	—	—
Formosa	0	4	2	0	2	2	0	2	4	2	2	0	4	5	2	—	—	—
Burbank	0	4	1	0	2	1	0	2	4	2	2	0	3	5	2	—	—	—

libre de heladas, aunque sólo las variedades de floración más temprana tuvieron alguna flor abierta durante la última helada en los años 1957, 1960 y 1965, no se había alcanzado la plena floración en ninguna variedad en 1956, y sólo se había alcanzado en Sta. Rosa en 1959.

En 1961 y 1963 las temperaturas no fueron muy bajas, pero tuvieron lugar en la época de mayor susceptibilidad cuando ya los frutos estaban formados.

En 1968 hubo reiteradas heladas en la época en que estaban abriendo las primeras flores, de nuevo descendió la temperatura cuando la mayoría de las variedades habían alcanzado ya la plena floración, y aún una vez más después de haber finalizado, aun cuando en estas dos últimas ocasiones no se alcanzaron los límites que se consideran perjudiciales para dichos estados.

En 1958 y 1964 se alcanzaron respectivamente temperaturas de $-5,8^{\circ}$ y $-6,0^{\circ}$, cuando sólo en algunas variedades la floración había comenzado, pero en el resto estaba muy próxima y parece que temperaturas del orden de $-3,9^{\circ}\text{C}$ (SAUNIER, 1960) pueden ya producir algunos daños en los estados previos a la floración. Además en el primero de dichos años volvió a descender la temperatura durante la plena floración.

En 1955 y 1966 hubo reiteradas heladas, alcanzándose en varias ocasiones los niveles que se consideran perjudiciales para esta especie.

En 1962 descendió la temperatura a $-5,0^{\circ}$ cuando la floración estaba finalizando, por último en 1967 la floración de ciruelo japonés terminó entre el 15 y el 23 de marzo según variedades, habiendo sólo algunas ligeras heladas durante la misma, pero la situación se agravó cuando la temperatura descendió a $-3,2^{\circ}$ y $-2,4^{\circ}$ los días 2 y 3 de abril, en que se perdió la mayor parte de la cosecha.

La diferencia en época de floración entre las variedades no fue en general suficiente para que en las de floración más tardía dejase de ser problema el riesgo de heladas, sin embargo, parece que algunos años y para algunas variedades los riesgos disminuyeron.

En general, las variedades de ciruelo japonés tienen muy pocos requerimientos de frío invernal, y se ha visto cómo en algunos años en Aula Dei habían salido ya del reposo en el mes de diciembre (TABUENCA, 1967); en estas condiciones si las temperaturas máximas durante el invierno son relativamente altas, los botones

florales engruesan rápidamente ya en fechas muy tempranas y quedan, por ello, especialmente susceptibles a los posibles descensos térmicos de enero y febrero, aparte de los que nuevamente pudiesen sufrir durante la floración.

Ciruelo europeo

Las variedades de ciruelo europeo, tienen en general necesidades de frío invernal superiores a las de las variedades de ciruelo japonés (TABUENCA, 1967), y su integral térmica hasta la floración también es mayor (TABUENCA y HERRERO, 1966) razones por las cuales su floración es más tardía. Sus flores abiertas parecen tener también mayor resistencia a las bajas temperaturas, ya que soportan hasta $-2,8^{\circ}$ (SAUNIER, 1960).

CUADRO 3.— *Estimación de los posibles daños producidos por las temperaturas bajas durante la floración y primeras fases de desarrollo del fruto en algunas variedades de ciruelo europeo (1954-1968).*

Variedad	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
de Catalogne	—	—	0	0	0	0	0	1	2	1	2	—	2	5	1	—	—	—
R. C. Bavay	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	2	5	1	—	—	—
R. C. Violeta	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	2	5	1	—	—	—
Coe's Golden Drop	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	2	5	1	—	—	—
de Agen	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	5	1	—	—	—
R. C. Washington	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	1	5	1	—	—	—
R. C. Oullins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	5	1	—	—	—
R. C. Verde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	5	1	—	—	—
R. C. Negra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	0	5	1	—	—	—

Durante el período 1954-68, en seis años, la floración tuvo lugar para todas las variedades en época posterior a la de la última helada (1954, 1956, 1957, 1959, 1960 y 1965) y en otros cinco años (1955, 1958, 1961, 1962 y 1966) algunas variedades también florecieron en período libre de heladas; de estos cinco años sólo en 1962 descendió la temperatura ($-3,0^{\circ}$) por debajo de los límites que se considera producen daños en las flores abiertas, pero en esta ocasión sólo las variedades más tempranas estaban empezando a florecer.

En 1963, 1964 y 1968 las temperaturas sólo bajaron moderadamente ($-1,0^{\circ}$, $-0,8^{\circ}$ y $-0,2^{\circ}$ respectivamente) y aunque en los

tres años en las fechas en que ocurrieron los últimos descensos térmicos ya se había sobrepasado la floración plena, dado el orden de las temperaturas alcanzadas, los frutitos que pudieran haberse ya formado no serían muy afectados, puesto que parecen pueden soportar hasta $-1,1^{\circ}$ (SAUNIER, 1960).

En 1967 hubo sólo ligeros descensos térmicos durante la floración, pero cuando ya había terminado, los días 2 y 3 de abril, descendió la temperatura a $-3,2^{\circ}$ y $-2,4^{\circ}$ ocasionándose entonces muy graves daños en todas las variedades.

Solamente, pues, en un año de los 15 considerados las heladas de primavera afectaron gravemente a esta especie sin haberse visto en este año diferencia alguna entre variedades, posiblemente por estar en todas ellas los frutos ya formados en la época de la última helada y porque las temperaturas alcanzadas sobrepasaron ampliamente las por aquéllos soportadas.

Melocotonero

Las observaciones de floración de melocotoneros se hicieron en las dos colecciones de variedades citadas en el apartado de material y métodos, en la primera de ellas durante los años 1954 a 1963 y en la segunda de 1965 a 1971, no disponiéndose por tanto de datos para 1964.

CUADRO 4.— *Estimación de los posibles daños producidos por las temperaturas bajas durante la floración y primeras fases de desarrollo del fruto en algunas variedades de melocotonero (1954-1971).*

Variedad	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Bienvenido	0	3	1	0	2	1	0	1	2	1	—	0	3	5	1	0	4	3
Zaragozano	0	2	1	0	2	1	0	1	3	1	—	0	3	5	1	0	4	3
J. H. Hale	0	2	0	0	2	1	0	1	2	1	—	0	3	5	1	0	3	2
Mayflower	0	2	0	0	0	1	0	1	1	1	—	0	3	5	1	0	3	2
Amsden	0	2	0	0	0	—	0	1	0	1	—	0	3	5	1	0	3	2
Campiel	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	—	0	2	5	1	0	3	2

La floración de melocotoneros tuvo lugar en período ya libre de heladas en cinco años (1954, 1957, 1960, 1965 y 1969) y lo mismo ocurrió para algunas variedades en otros cuatro años (1956, 1958, 1959 y 1962).

En 1961, 1963 y 1968 hubo algunas heladas durante la floración que alcanzaron a todas las variedades, pero en estos casos no parecen haberse alcanzado los límites de temperatura que se consideran pueden producir daños graves.

En 1955 y 1966 hubo reiteradas heladas durante la floración; también en 1971 hubo algunas heladas durante la misma, pero posiblemente los daños en este último año fueron acompañados de los producidos durante la primera quincena de marzo, en que se alcanzaron temperaturas de hasta $-8,4^{\circ}\text{C}$.

En 1970 hubo una serie de heladas cuando la floración ya había terminado, y aunque las temperaturas no fueron muy bajas tuvieron lugar en el momento de mayor sensibilidad varietal.

En 1967 hubo algunas heladas durante la floración, pero los mayores daños se produjeron por las temperaturas de los días 2 y 3 de abril, en que se alcanzaron $-3,2^{\circ}$ y $-2,4^{\circ}$ cuando la floración había finalizado. En este año se perdió prácticamente la totalidad de la cosecha.

Las variedades de floración tardía fueron también gravemente afectadas en este año, pero en algunos otros las diferencias en fecha de floración entre variedades en esta especie fueron suficientes para que las de floración tardía escaparan de las heladas de primavera.

Peral

De los nueve primeros años del período 1954-1971 sólo en 1955 hubo alguna helada durante la floración del peral, y aún en este año alguna variedad floreció con posterioridad a la última helada; tampoco descendió la temperatura de cero grados durante la floración de ninguna variedad en 1965 y 1969, ni durante la de las variedades más tardías en 1963 y 1966.

En 1964 y en 1968, cuando la totalidad de las variedades de peral habían alcanzado ya la plena floración, descendió la temperatura a $-0,8^{\circ}$ y a $-0,2^{\circ}$ respectivamente, y parece que dado el orden de temperaturas alcanzado aún los frutitos que se hubiesen ya formado no serían afectados en gran proporción, puesto que se considera que éstos pueden soportar hasta $-1,1^{\circ}$ (SAUNIER, 1960).

En 1970, durante la primera decena de abril, descendió la temperatura de cero grados en cuatro ocasiones, siendo la temperatura más baja alcanzada de $-1,8^{\circ}$; este año, en esta época, la floración

CUADRO 5.— *Estimación de los posibles daños producidos por las temperaturas bajas durante la floración y primeras fases de desarrollo del fruto en algunas variedades de peral (1954-1971).*

Variedad	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Agua Aranjuez	0	3	0	0	0	—	0	0	0	1	2	0	3	5	1	0	3	3
Coscia	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	5	1	0	3	—
Roma	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	5	1	0	3	—
Leonardeta	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	5	1	—	3	—
Castell	0	3	0	0	0	—	0	0	0	1	2	0	2	5	1	—	—	—
Monsallard	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	5	1	0	—	—
Mantecosa Precoz Morettini	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	2	0	—	5	1	0	3	—
Mantecosa Clairgeau	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	1	5	1	0	3	—
Abate Fetel	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	2	5	1	0	3	—
Buena Luisa Avranches	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	5	1	0	3	—
Mantecosa Amanlis	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	1	5	1	0	3	—
Epine du Mans	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	1	5	1	0	3	—
Tendral Valencia	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	5	1	0	2	—
Passa Crassana	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	—	1	5	1	0	3	—
Sta. María Morettini	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	2	—	—	5	1	0	2	—
Mantecosa Giffard	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	5	1	—	—	—
Wilder	—	2	0	0	0	—	—	—	0	1	1	—	1	5	1	0	2	—
Mantecosa Hardy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	—	1	5	1	0	2	—
Williams	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5	1	0	1	—
Max Red Bartlett	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	1	0	1	5	1	0	1	—
Limonera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5	1	0	1	0
Decana Comicio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	0	5	1	0	1	—

estaba ya terminando en las variedades más tempranas, mientras que las de floración más tardía no habían alcanzado aún la floración plena.

En 1971 descendió la temperatura a $-3,6^{\circ}$ el día 29 de marzo cuando estaban en plena floración las variedades más tempranas (Agua de Aranjuez) y todavía no había comenzado en las tardías (Limonera). En este año se tuvo ocasión de observar los daños ocasionados en la variedad Agua de Aranjuez, en la que se encontraron una proporción de pistilos afectados del orden del 15 %.

En 1967, temperaturas del orden de $-3,2^{\circ}$ y $-2,4^{\circ}$, los días 2 y 3 de abril, cuando la floración ya estaba terminando, afectaron gravemente la producción. Dado el orden de los descensos térmicos y la época en que tuvieron lugar, no hubo en este año diferencia de comportamiento entre variedades.

Cerezo

En cerezo se observaron las colecciones en los períodos 1954-1963 y 1968-1971.

CUADRO 6.— *Estimación de los posibles daños producidos por las temperaturas bajas durante la floración y primeras fases de desarrollo del fruto en algunas variedades de cerezo (1954-1963 y 1968-1971).*

Variedad	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Garrafal Tigre	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	—	—	—	—	1	0	2	0
Temprana de Sot	0	1	0	0	0	0	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0	2	0
Ramón Oliva	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	—	—	—	—	1	0	2	2
Garrafal Jaboulay	0	1	0	0	0	0	0	1	0	—	—	—	—	—	1	0	2	0
Garrafal Napoleón	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	—	—	—	—	1	0	1	0
Ramillete	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	—	—	—	1	0	2	0
Castañera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	—	—	—	1	0	1	0
Belle Magnifique	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0	0	0

En 1963 y 1968 todas las variedades tenían flores abiertas en la fecha de la última helada, pero las temperaturas descendieron sólo a $-1,0^{\circ}$ y $-0,2^{\circ}$, respectivamente.

En 1955, 1961, 1970 y 1971 las variedades más tempranas florecieron con anterioridad a las últimas heladas, haciéndolo después de las mismas las más tardías, aunque únicamente en el último de dichos años descendió la temperatura ($-3,6^{\circ}$) por debajo de los límites que se consideran perjudiciales ($-2,2^{\circ}$) para las flores abiertas de esta especie (SAUNIER, 1960).

En el cuadro adjunto puede verse cómo el riesgo de heladas durante la floración de esta especie es muy pequeño; no obstante, hay que señalar la falta de datos para 1967, año en el que incluso algunas variedades de manzano fueron afectadas.

Manzano

En manzano se observó la floración en todos los años del período 1945-1971, y en trece de ellos no hubo heladas durante la misma; en los otros seis años alcanzaron a algunas variedades.

En los años 1963, 1964, 1968 y 1970 los descensos térmicos fueron poco acusados y sólo afectaron a algunas variedades.

En 1967, los días 2 y 3 de abril, la temperatura descendió a $-3,2^{\circ}\text{C}$ y $-2,4^{\circ}\text{C}$, habiendo ya alcanzado la floración plena Verde-

CUADRO 7.— *Estimación de los posibles daños producidos por las temperaturas bajas durante la floración y primeras fases de desarrollo del fruto en algunas variedades de manzano (1954-1971).*

Variedad	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Mc Intosh	—	—	—	0	0	0	0	0	0	1	1	—	0	2	—	—	—	—
Jonathan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2	0	0	0	—
Ortell	0	—	0	—	0	0	0	0	0	1	1	—	0	—	1	0	—	—
Golden Delicious	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	0	3	0	0	1	0
Starking Delicious	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	3	0	0	0	—
Verdedoncella	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	1	0
Reineta Canadá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	—
Belleza Roma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Reineta de Mans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0

doncella, Golden Delicious y Starking. En Belleza de Roma y Reineta de Mans abrieron sus flores con posterioridad. En el cuadro 8 se da el porcentaje de flores y frutos afectados en este año en las variedades Golden Delicious, Starking, Verdedoncella y Reineta del Canadá.

CUADRO 8.— *% de flores heladas, 2-IV,-3,2°C y 3-IV,-2,4°C (1967).*

Variedad	Fecha floración plena	Estados Fleckinger			
		E_2	F_2	G	H
Verdedoncella	31-III	67	100	100	94
Golden Delicious	2-IV	2	10	18	56
Starking Delicious	3-IV	42	68	90	80
Reineta Canadá	3-IV	46	69	82	84

RESUMEN

Se estudia la incidencia de heladas durante la floración en las colecciones de variedades frutales de hueso y pepita establecidas en la Estación Experimental de Aula Dei.

Se hace una estimación de los posibles daños, basándose en los descensos térmicos habidos, y en las temperaturas que en general parecen soportar las distintas especies según el estado fenológico en que se encuentran, sin tener para nada en cuenta las posibles diferencias de susceptibilidad varietal.

Albaricoquero y ciruelo japonés son las especies en que hay mayor incidencia de heladas durante su floración. La diferencia en época de floración entre variedades de estas dos especies, en esta zona, no fue suficiente para que las heladas de primavera dejaran de ser un grave problema en aquellas de floración más tardía.

Melocotonero, ciruelo europeo y peral tienen una incidencia de heladas durante su floración considerablemente menor, y de manera especial las variedades de floración tardía.

Cerezo y manzano florecen en general en época libre de heladas.

REFERENCIAS

HERRERO, J. y TABUENCA, M. C.

1966 Épocas de floración de variedades de hueso y pepita. *An. Aula Dei*, 8: 154-67.

SAUNIER, R.

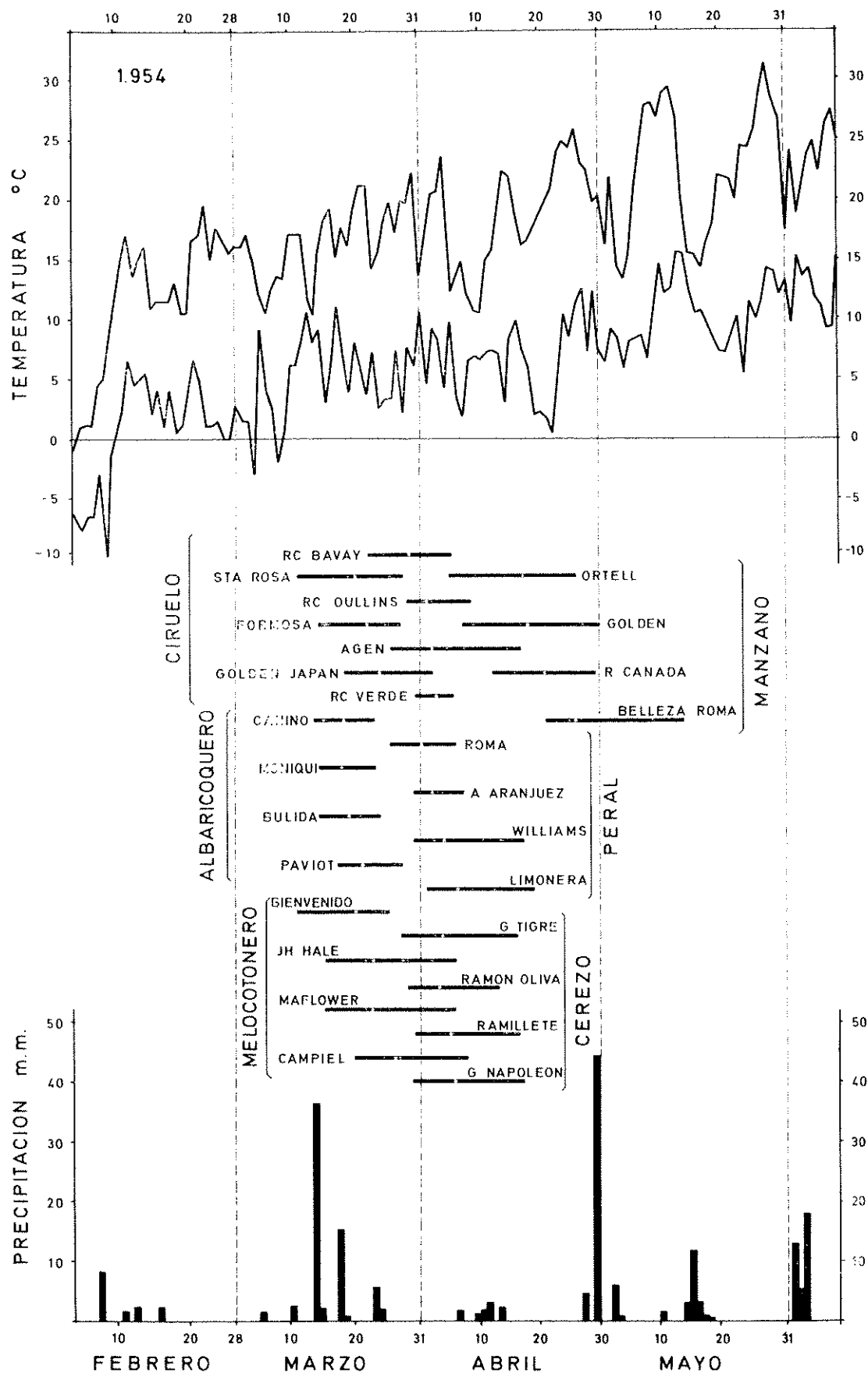
1960 La lutte contre les gelées printanières chez les arbres fruitiers. *Pomol. franç.*, 2 (7): 5-12.

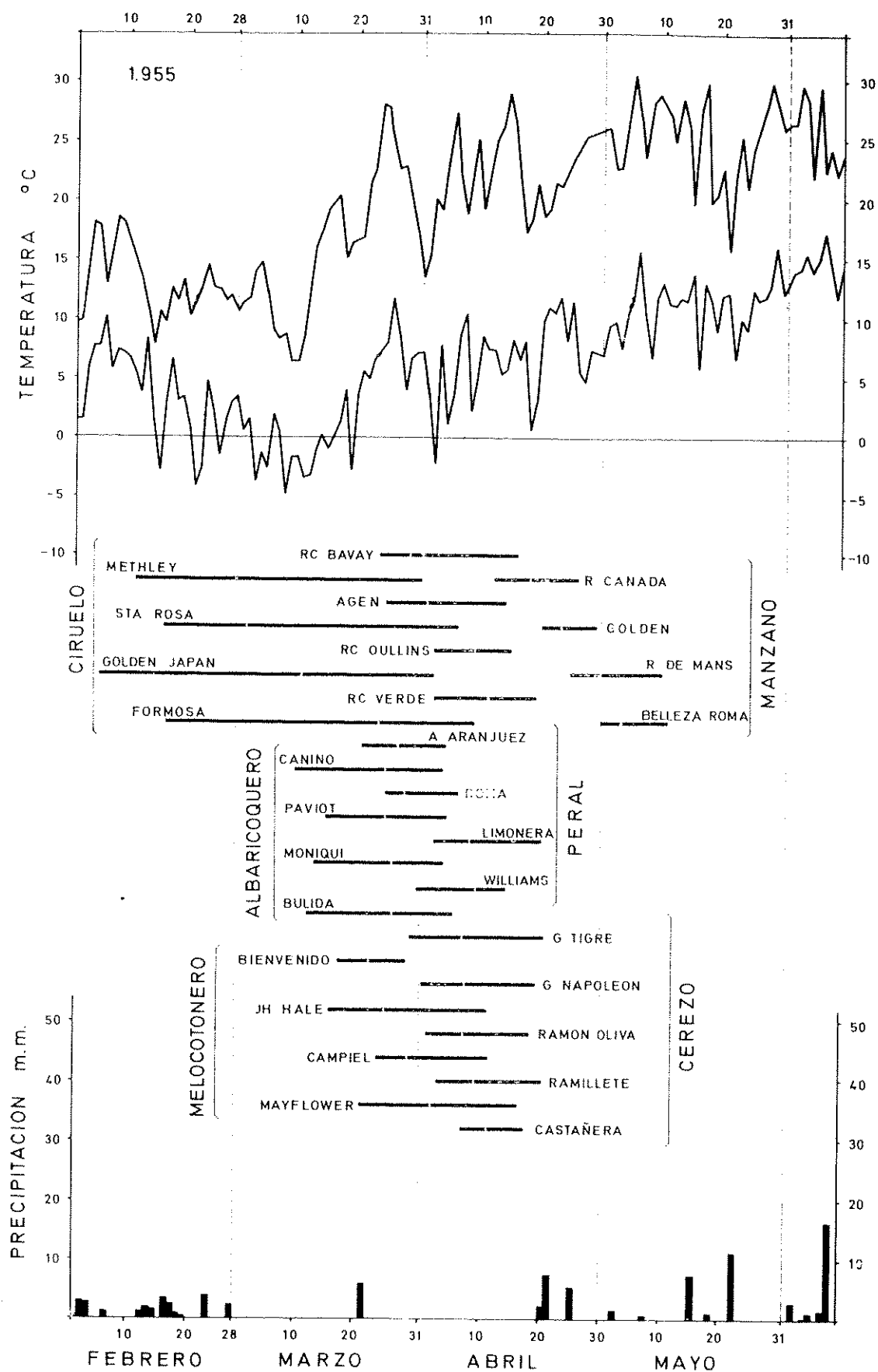
TABUENCA, M. C.

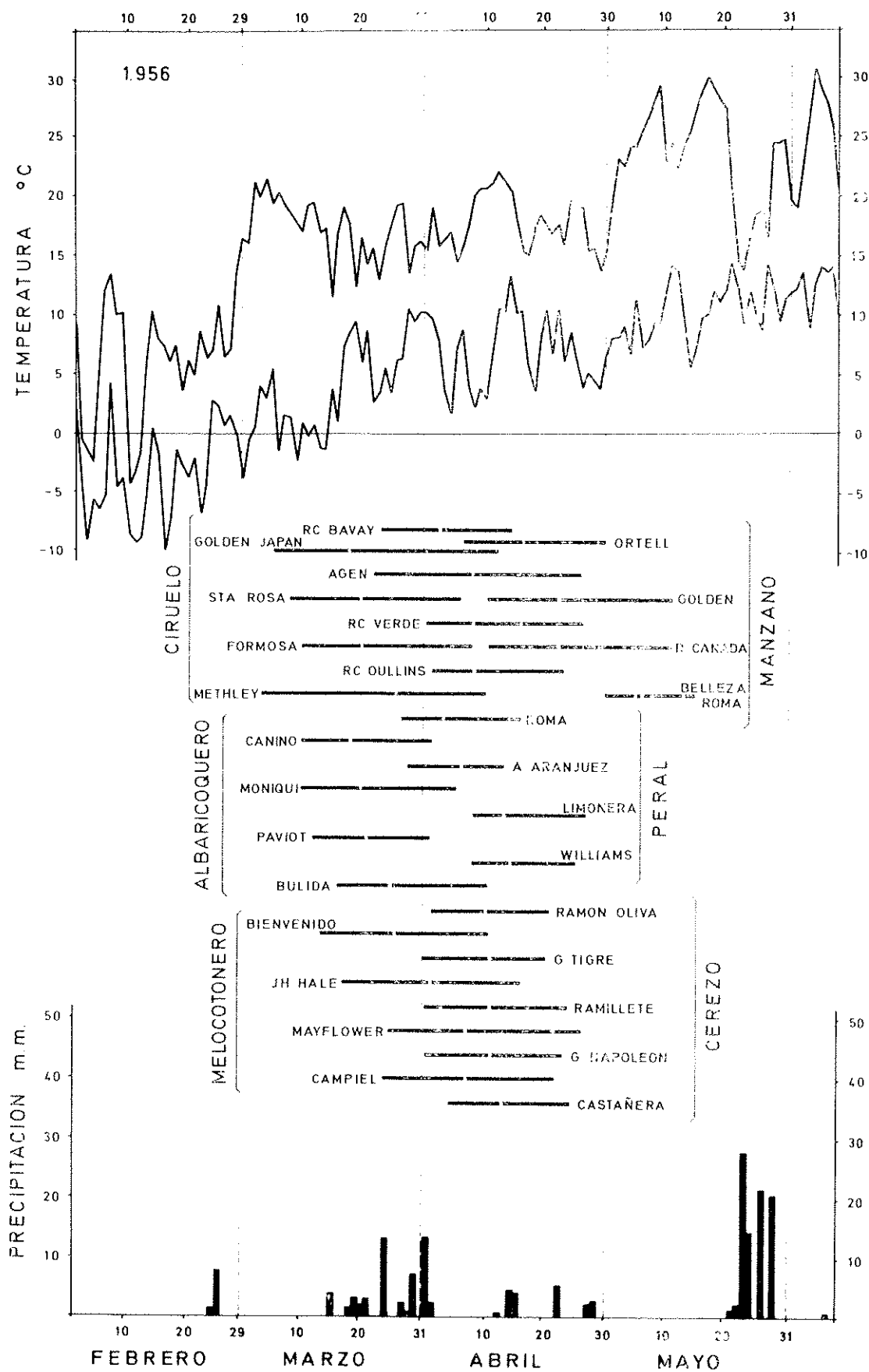
1967 Necesidades de frío invernal de variedades de ciruelo. *An. Aula Dei*, 8: 383-91.

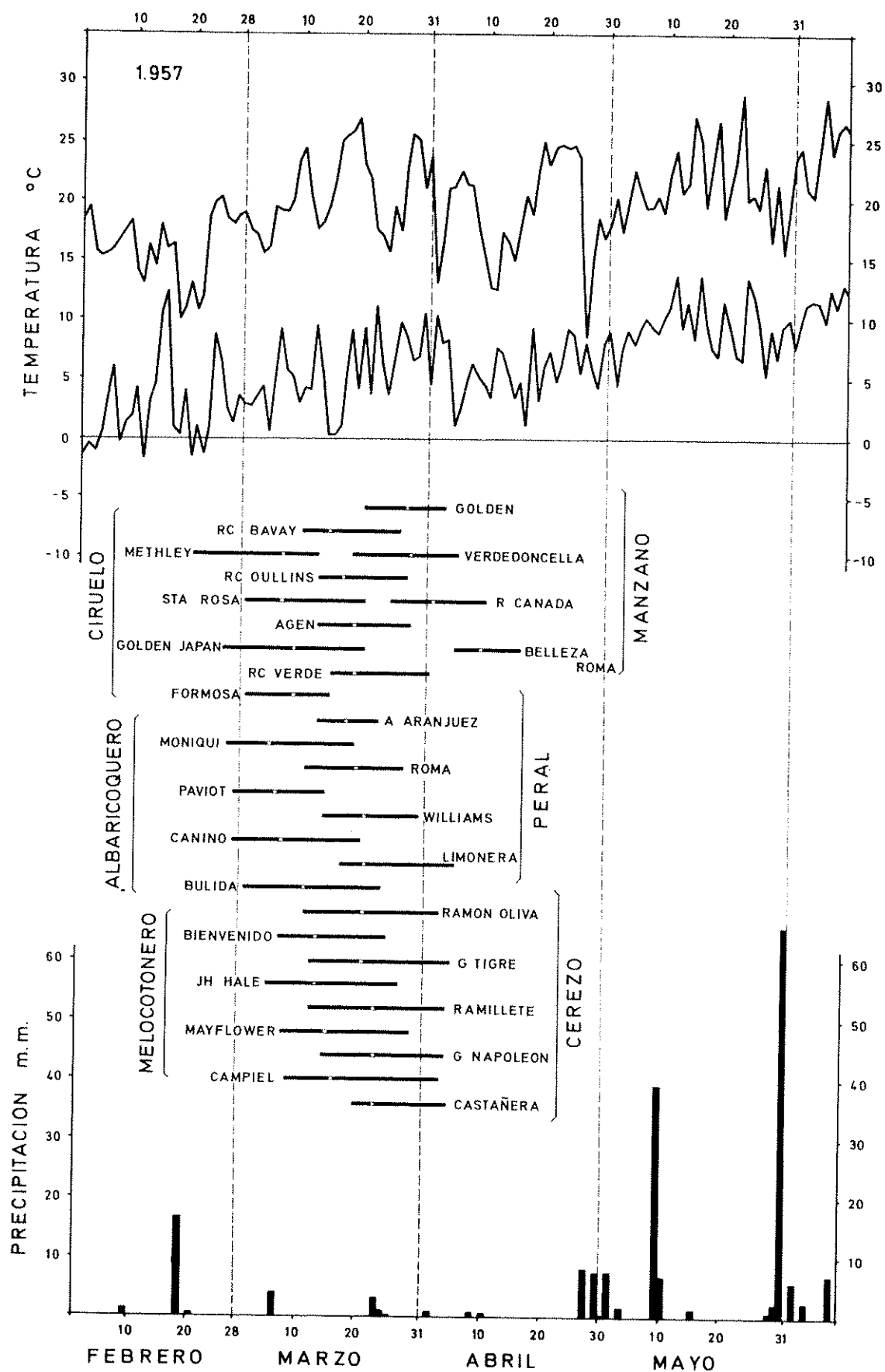
TABUENCA, M. C. y HERRERO, J.

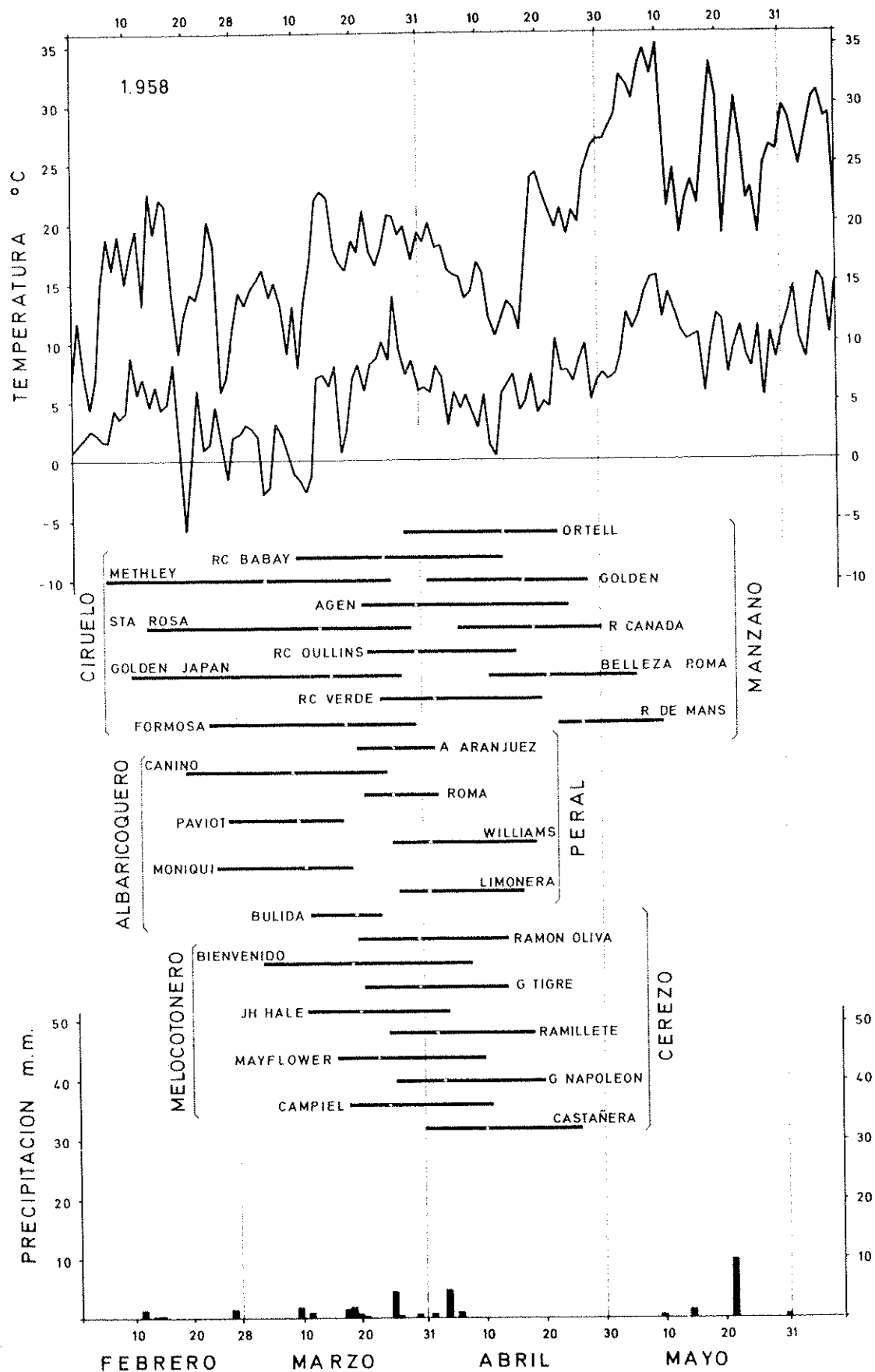
1966 Influencia de la temperatura en la época de floración de frutales. *An. Aula Dei*, 8: 115-53.

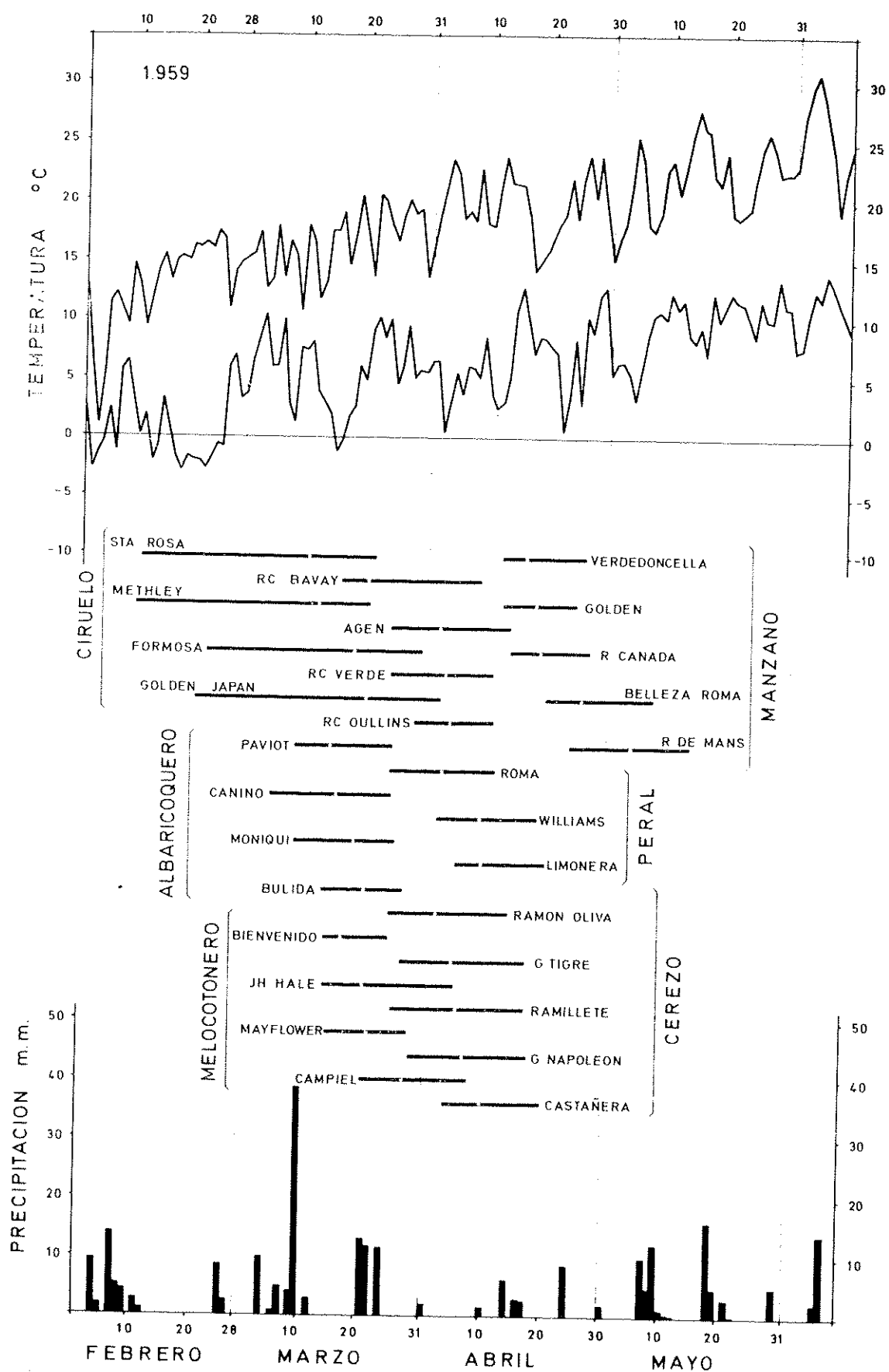


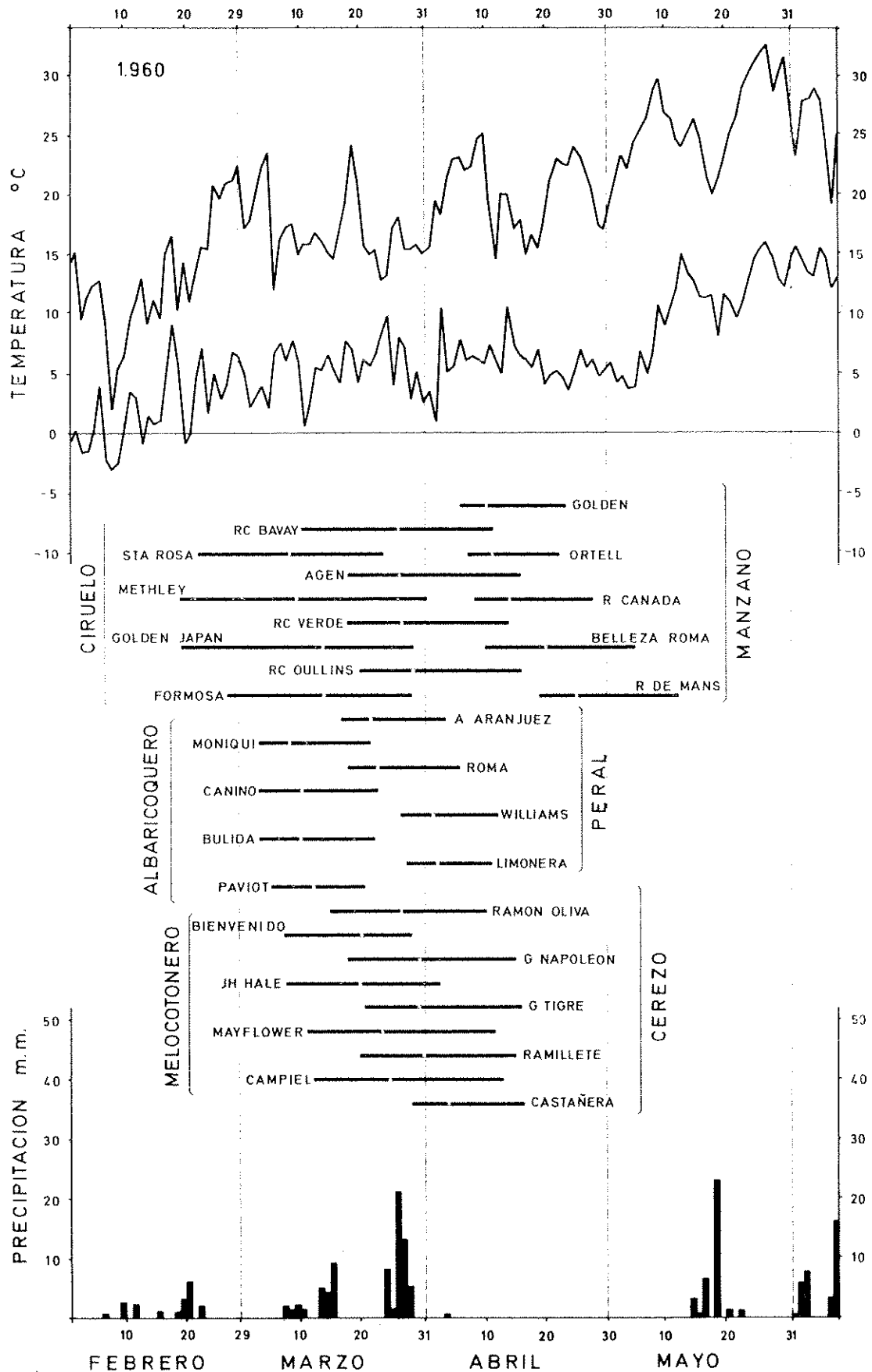


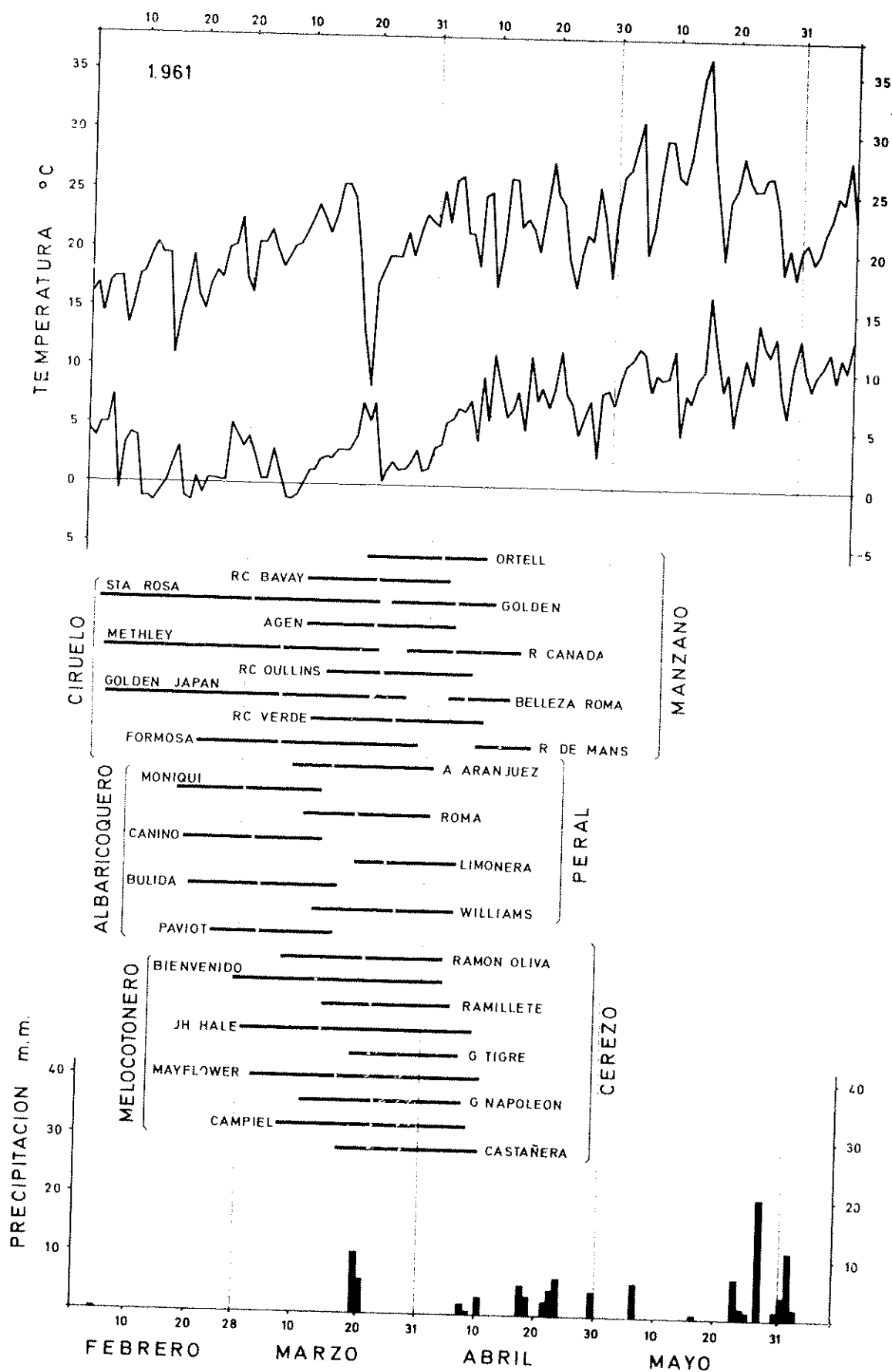


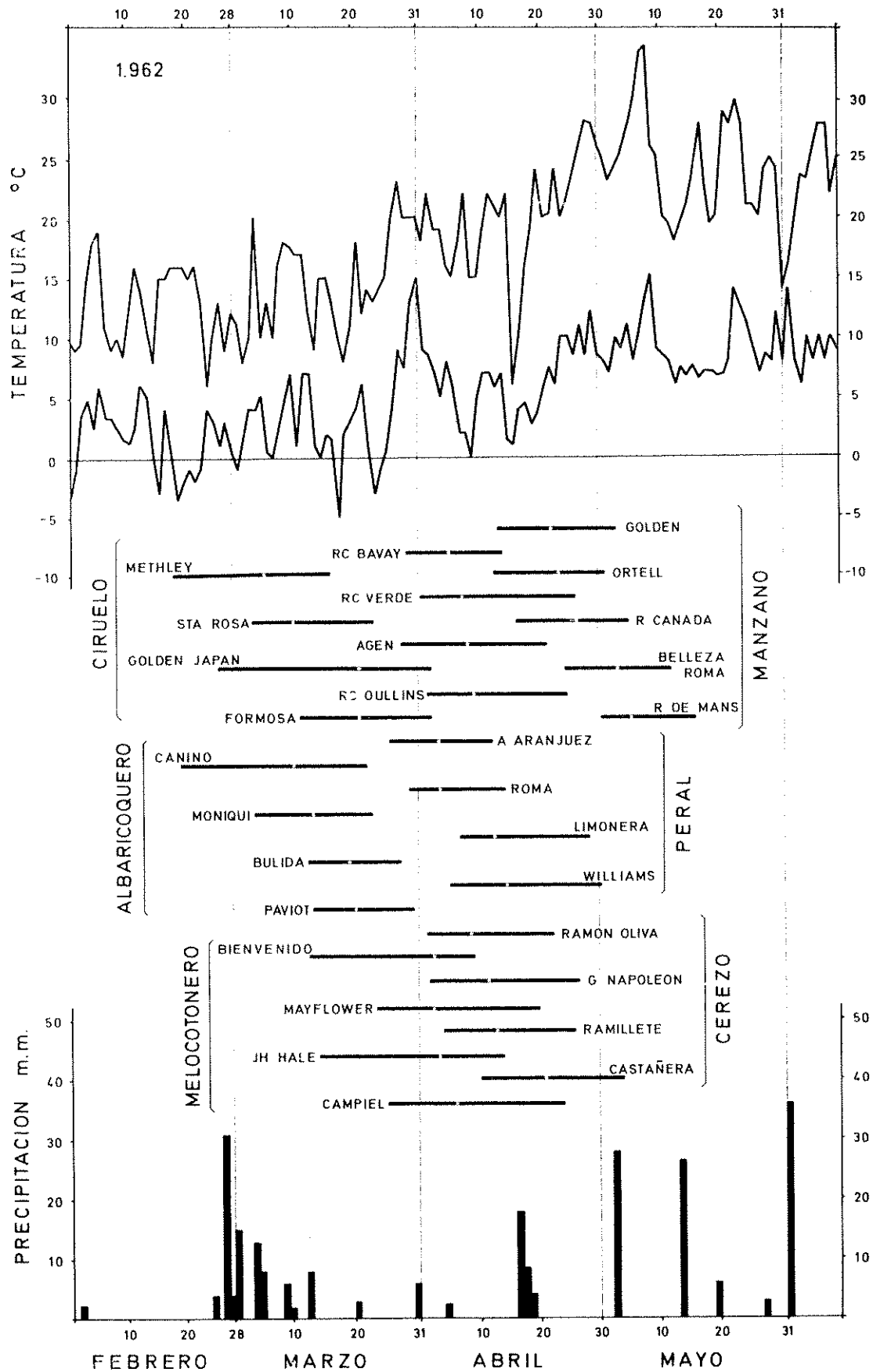


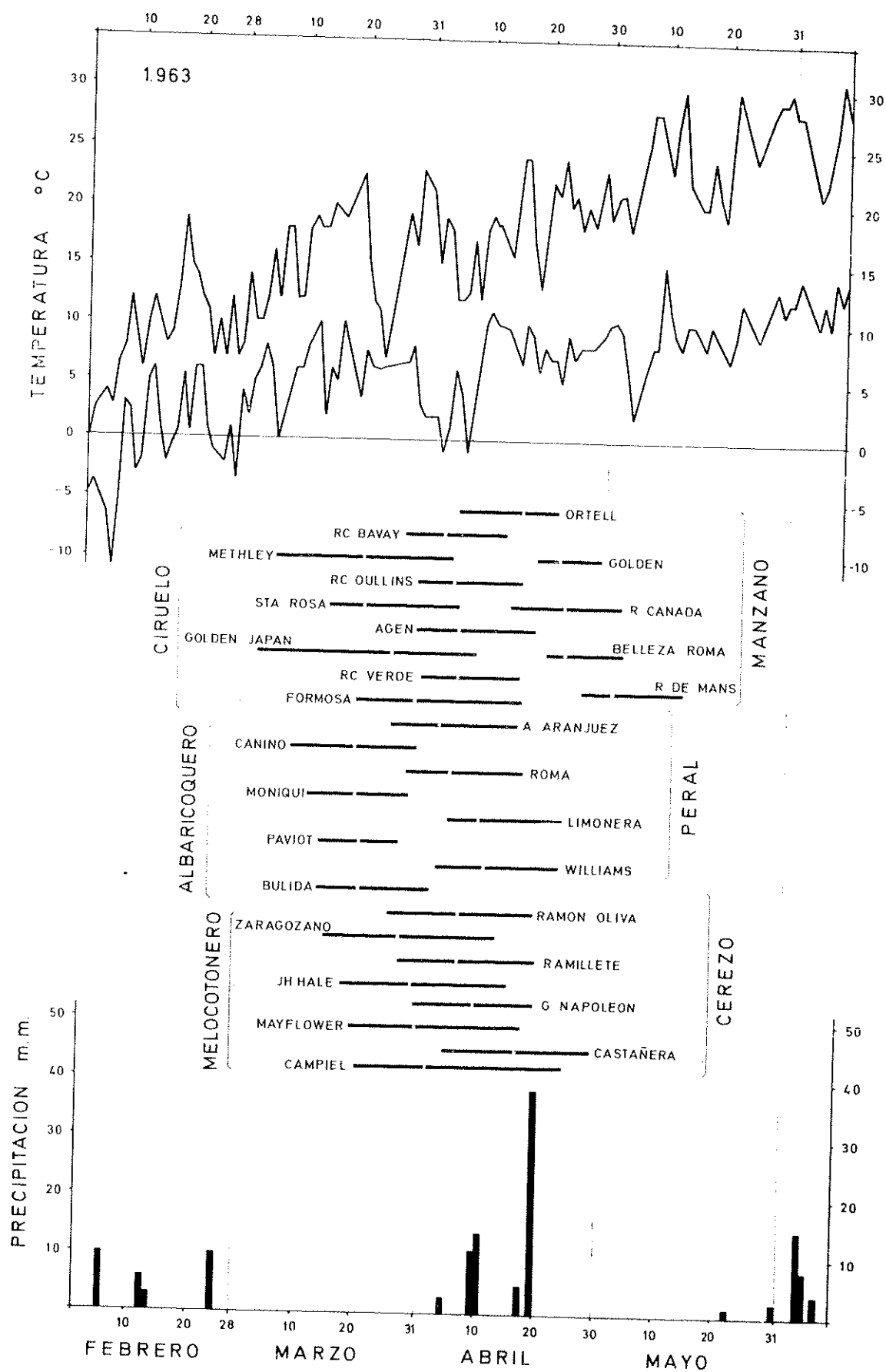


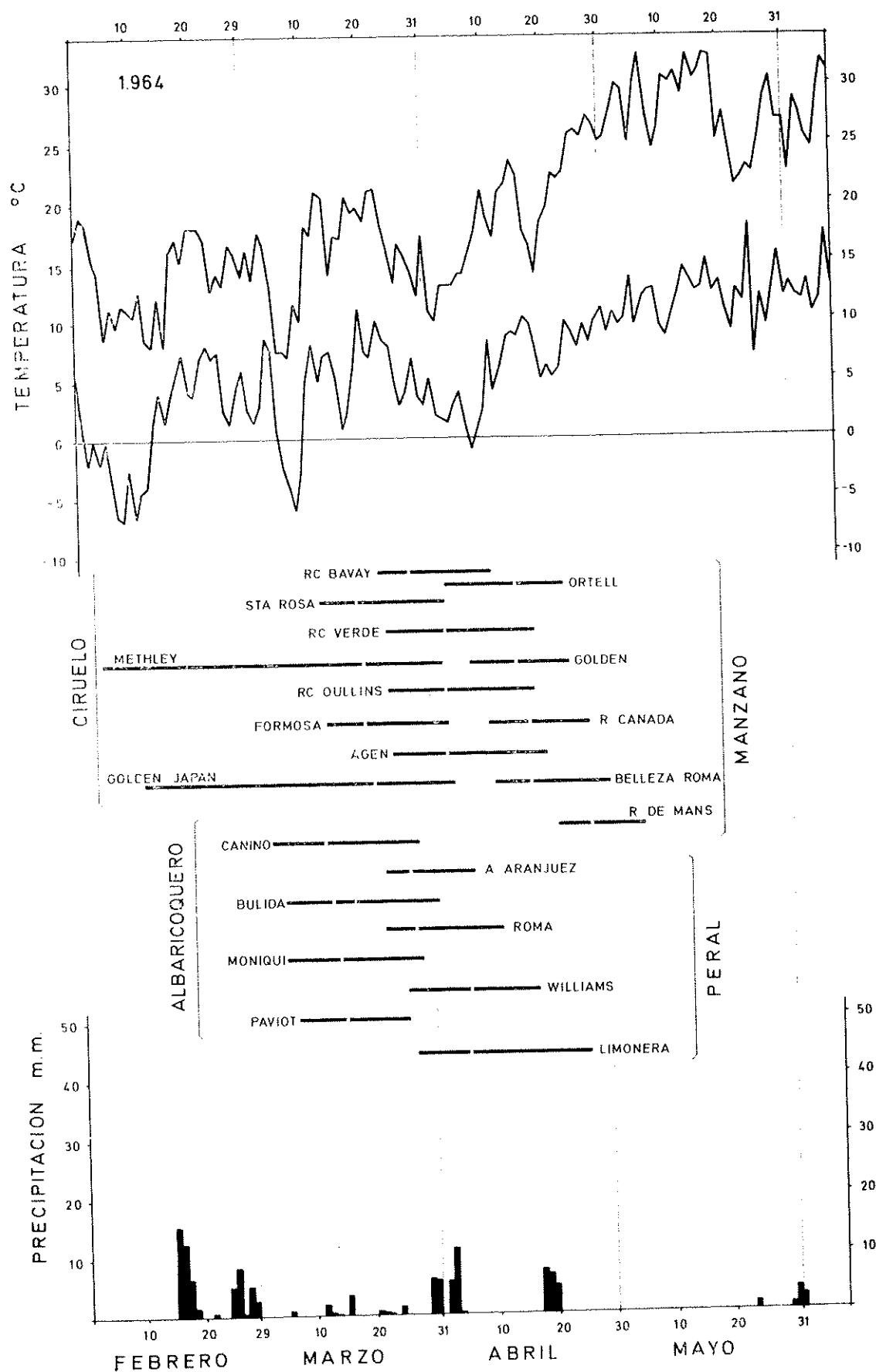


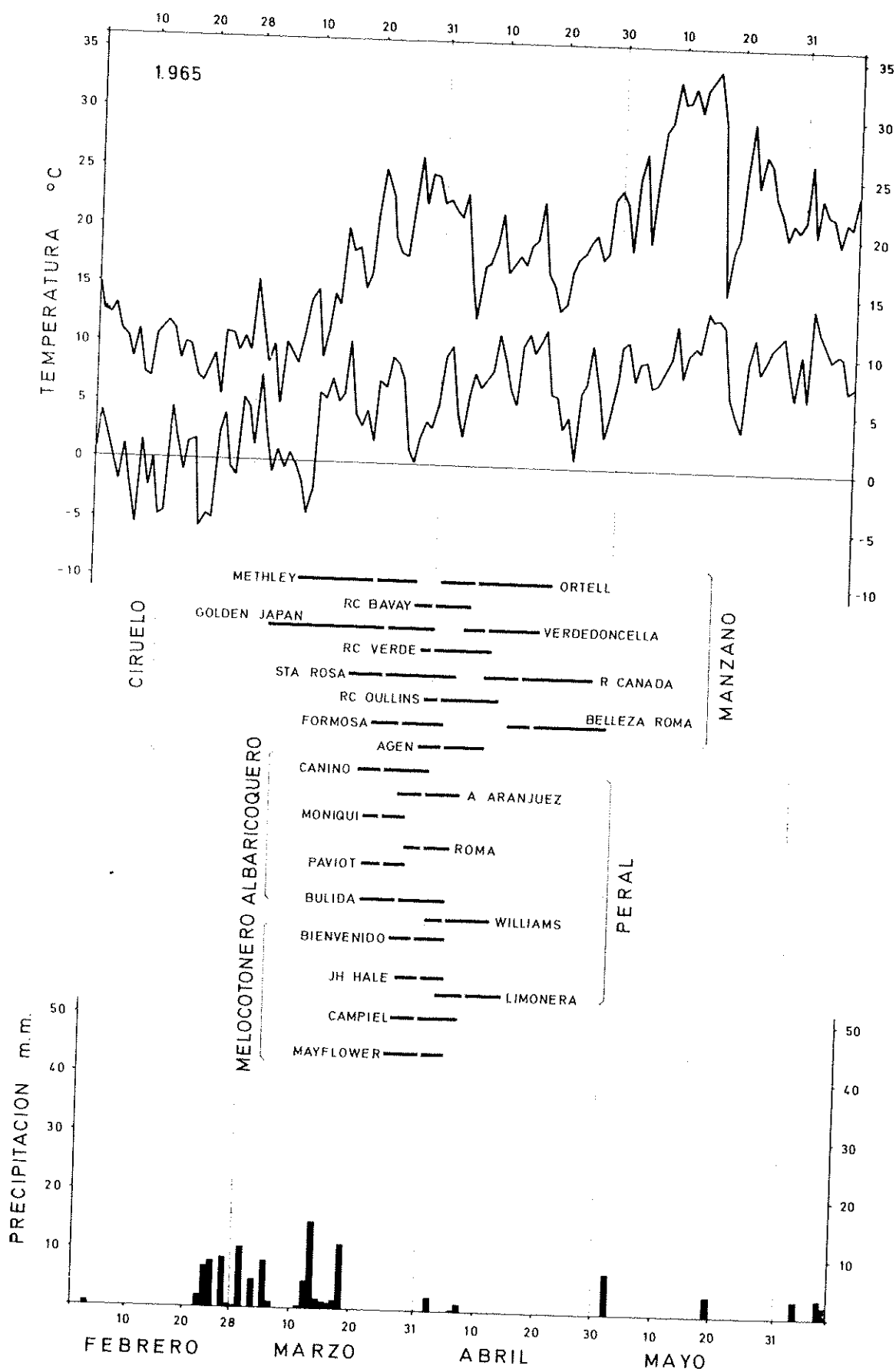


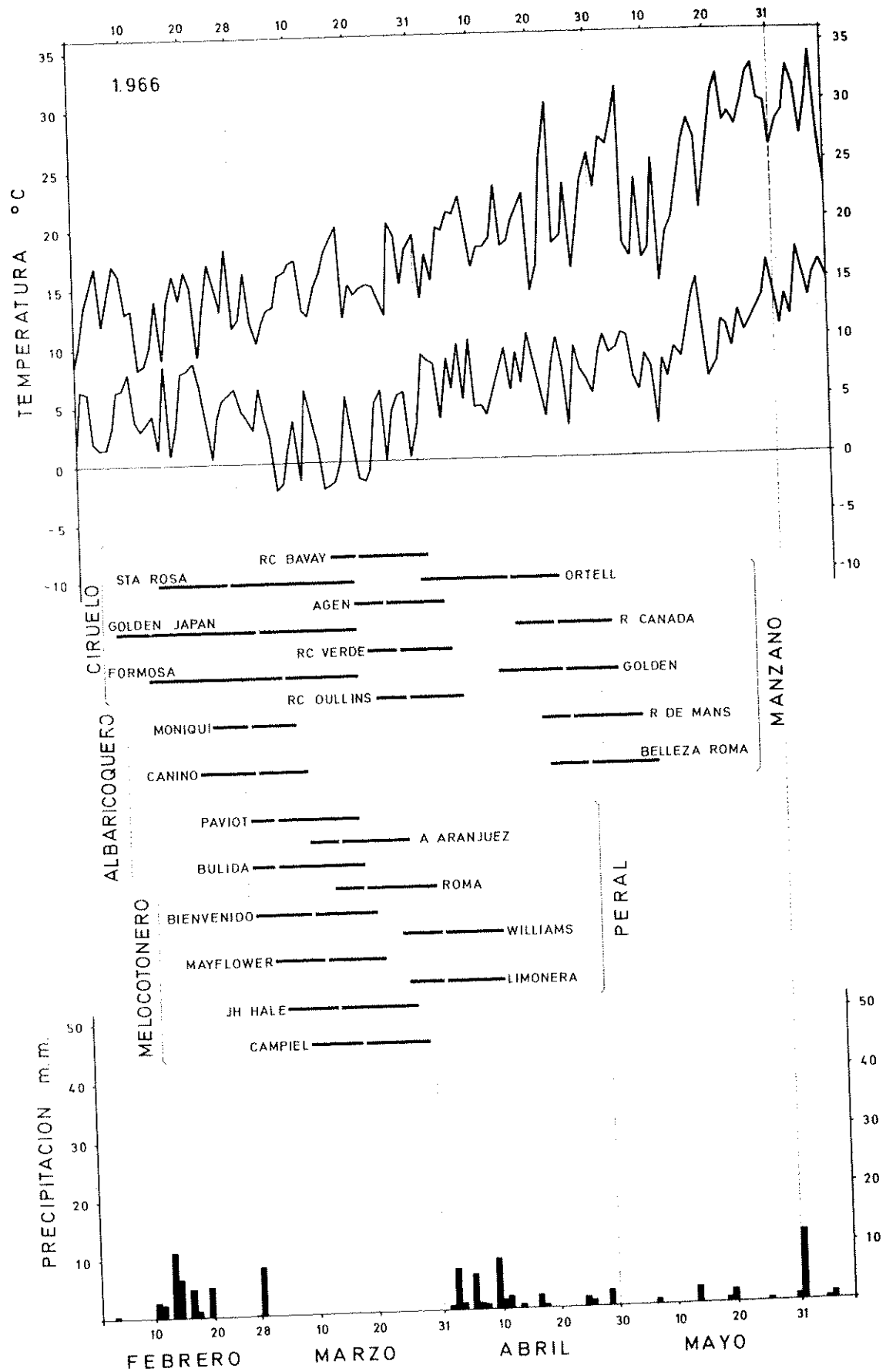


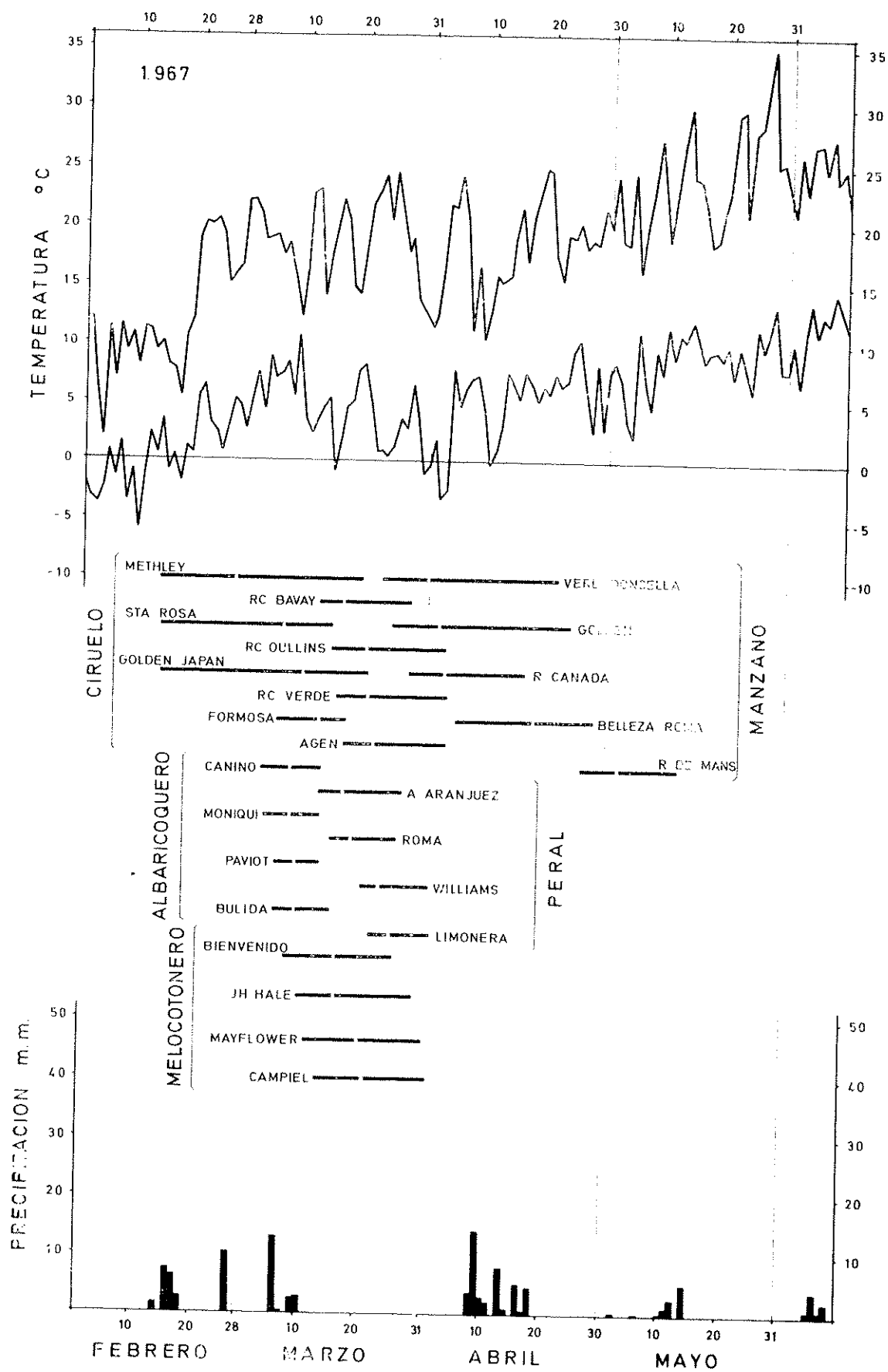


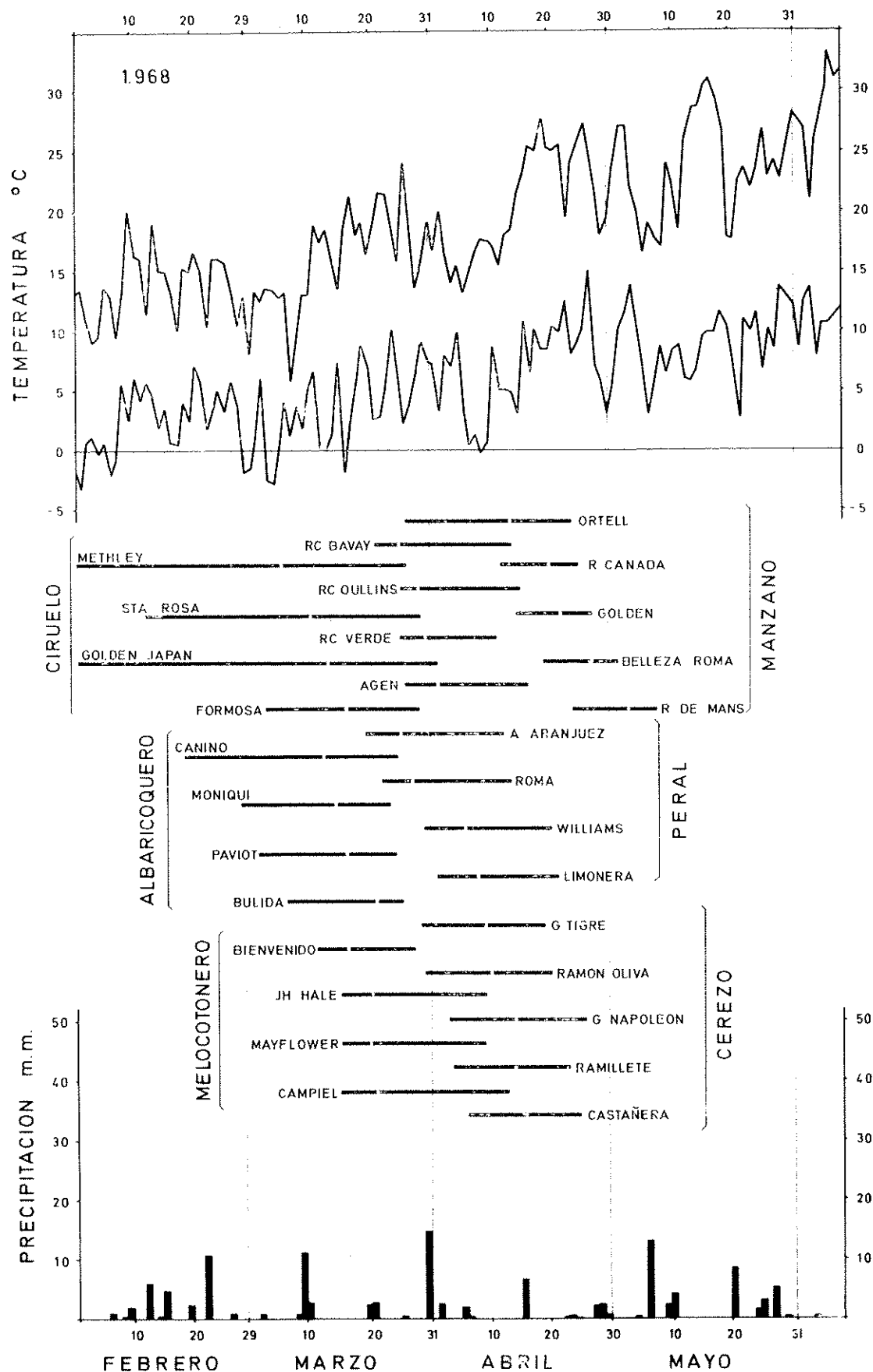


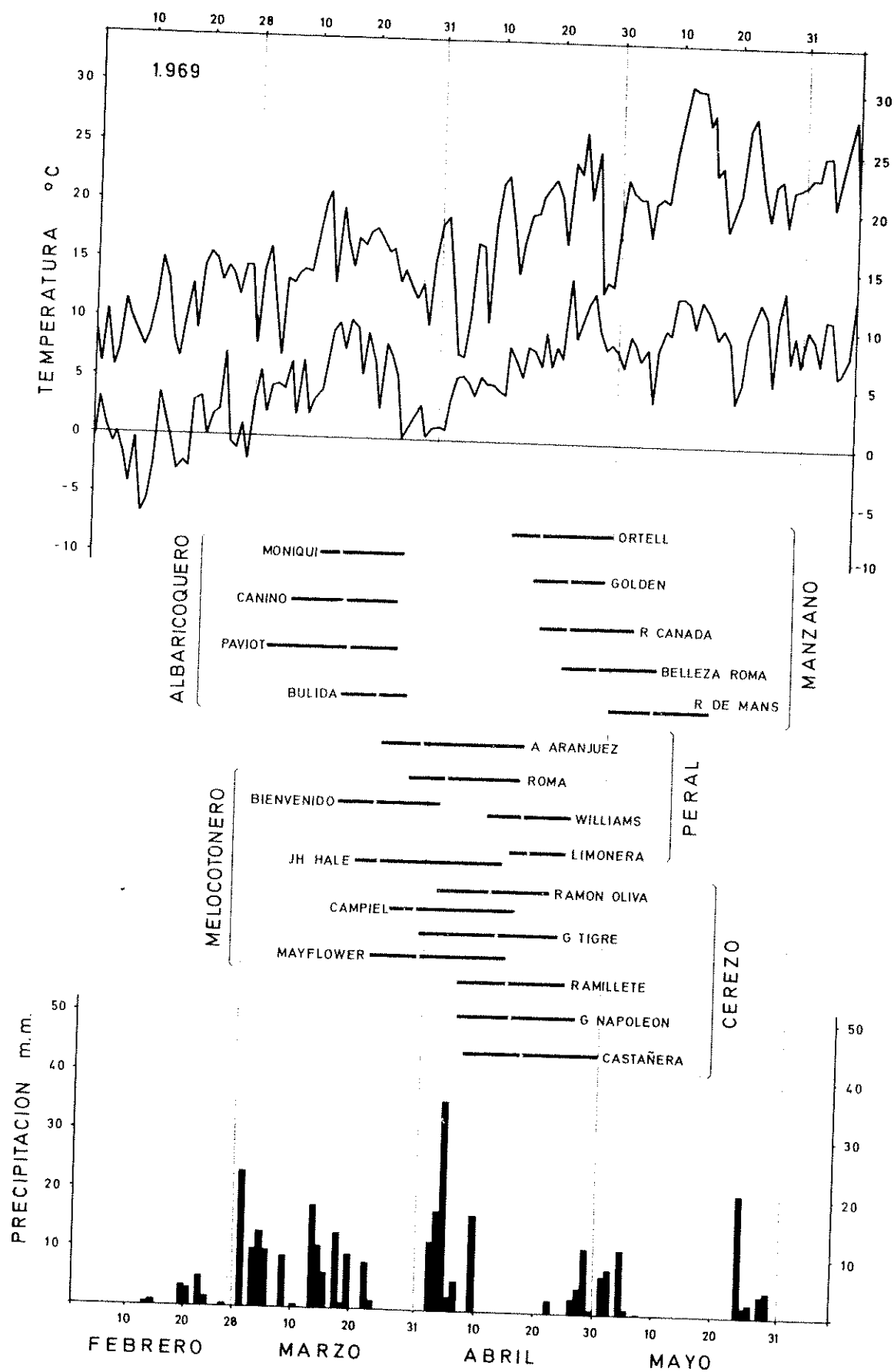


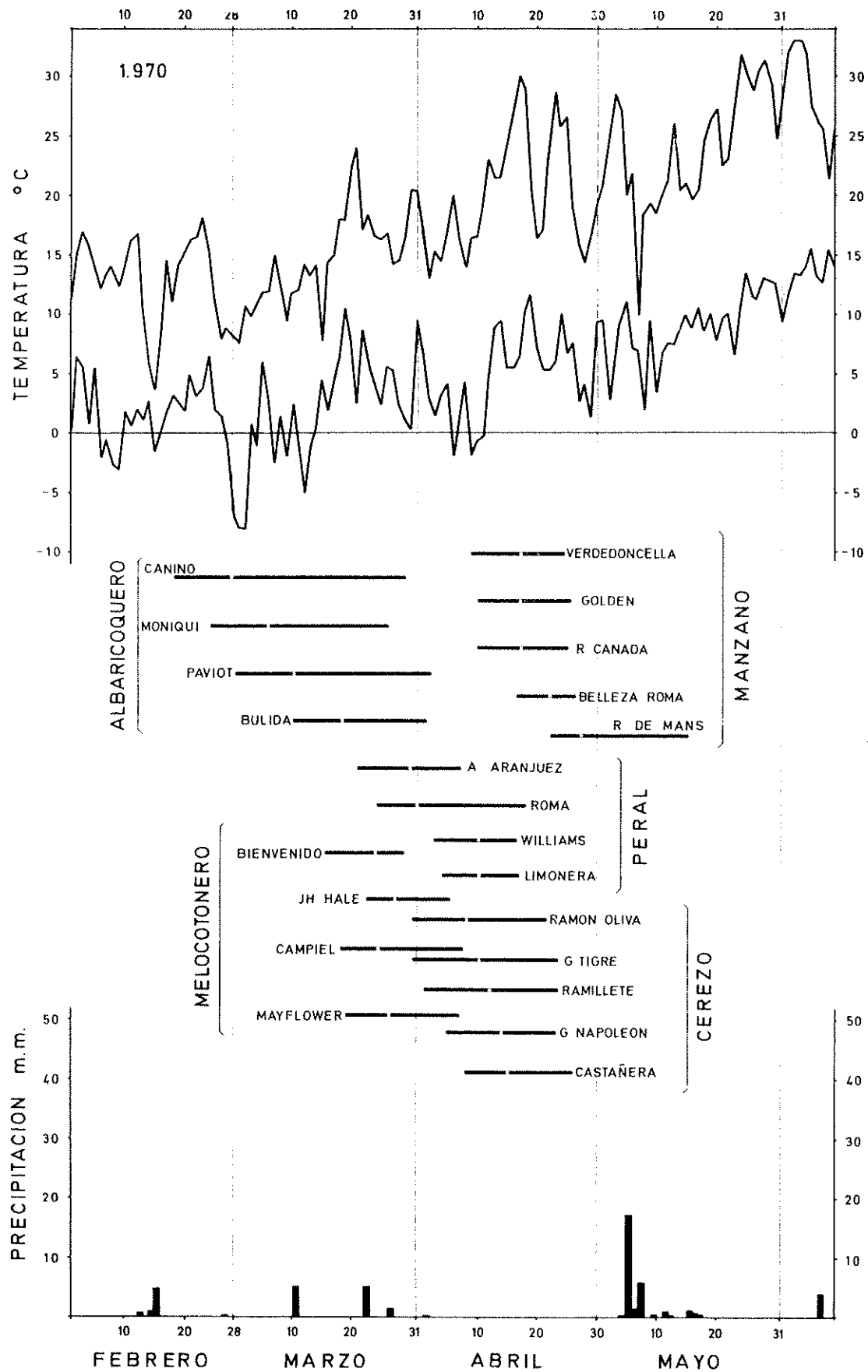


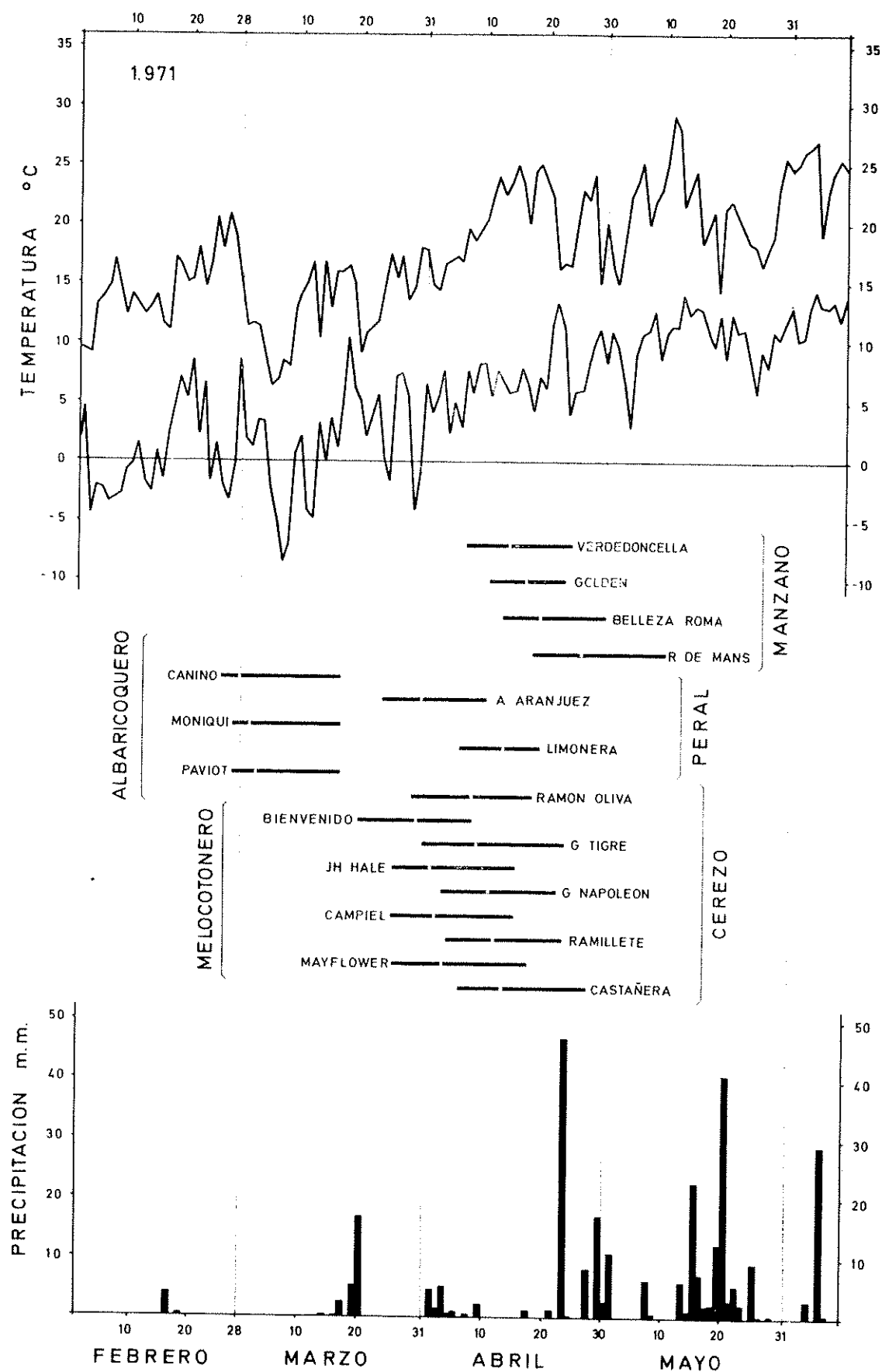












Necesidades de frío invernal en almendro

por M. C. TABUENCA

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 10-I-1972

A B S T R A C T

TABUENCA, M. C., 1972. Winter chilling requirements of almond. *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 325-9.

The number of hours below 7 °C and 12 °C necessary to break dormancy was recorded for 15 almond cultivars, the range being 90-427 hours below 7 °C and 422-940 below 12 °C.

The increase in dry weight of flower buds is only possible when their chilling requirements have been satisfied. Those varieties with larger chilling requirements begin to grow later so they can delay their time of flowering.

INTRODUCCION

Las distintas especies y variedades frutales difieren, tanto en exigencias de frío durante el invierno, como en necesidades de calor en la época que precede a la floración, y de cómo se hayan cumplido estas exigencias depende principalmente la fecha de floración de cada variedad en un año y localidad determinadas (TABUENCA y HERRERO, 1966).

En el presente trabajo se estudian las necesidades de frío invernal de algunas variedades de almendro, tratando de interpretar cómo influye este factor en la época de floración en las condiciones climáticas de Zaragoza.

MATERIAL Y METODOS

Las experiencias se realizaron en un vergel de estudio del Centro de Investigación y Desarrollo Agrario del Ebro, plantado en 1967, en la finca de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza). Dicho vergel contiene 68 variedades y clones procedentes en su mayoría de prospecciones en la región del Ebro, todos ellos injertados sobre melocotonero de semilla. Los clones de prospecciones se denominan con el nombre de la localidad o finca donde fueron recogidos, seguidos de un número correlativo para cada localidad.

Las necesidades de frío invernal se determinaron de manera semejante a como se hizo en otras especies, ciruelo, albaricoquero y melocotonero (TABUENCA, 1967; 1968; 1969).

Durante el mes de noviembre de 1970 se comenzó la toma de muestras en 13 clones, la que se repitió a intervalos de 6 a 7 días. Cada muestra está formada por 3 ó 4 ramas que se colocan con su porción basal sumergida en agua, y se tienen a 20 ± 1 °C durante una semana. Al cabo de este tiempo se toman 50 yemas de flor, se les quitan las brácteas y el pedúnculo y se secan en estufa a 70 °C hasta peso constante. De esta manera se trata de ver el efecto producido por las temperaturas elevadas en el desarrollo de las yemas de flor, una vez que los árboles han permanecido en el campo sometidos a temperaturas relativamente bajas durante tiempos variables. En estas condiciones el rápido incremento en peso seco de las yemas indica que el período de reposo invernal ha finalizado.

Durante el invierno 1971-72 y a partir del 30 de septiembre se tomaron muestras de 15 clones, pero en este caso la muestra se compone de 6 ramas. En tres de ellas se procede como se ha descrito anteriormente, para estudiar el fenómeno de reposo invernal, y en las otras tres ramas se procede de manera semejante pero sin tenerlos a 20° durante unos días.

RESULTADOS Y DISCUSION

En 1970, el rápido incremento en peso seco de las yemas de flor, que sirve de indicación de la salida del reposo, se realizó

en fechas anteriores al 23 de noviembre en siete clones de los trece estudiados, el 23 de dicho mes en cuatro clones y el 28 en dos (cuadro 1), poniéndose así de manifiesto las escasas necesidades de frío invernal de los mismos.

En 1971, la salida del reposo de los 15 clones observados tuvo lugar entre el 10 de noviembre y el 3 de diciembre (cuadro 1). En los otros 53 clones en colección se comprueba que todos ellos salieron del reposo en fechas anteriores al 30 de noviembre.

BROWN (1952) y CROSSA-RAYNAUD (1955) consideran que el almendro tiene requerimientos de frío menores que los de otras especies de hoja caediza e indican que suelen ser inafectados aun por los inviernos más templados de California y Túnez.

Las necesidades de frío para interrumpir el período de reposo se suelen medir en número de horas con temperaturas iguales o inferiores a un umbral determinado, utilizándose para la mayoría de las especies 7 °C como temperatura umbral.

Cuando las exigencias de frío invernal de las variedades de almendro estudiadas, se han cifrado en número de horas bajo 7°, transcurridas desde el uno de octubre hasta su salida del reposo,

CUADRO 1.— *Fin del periodo de reposo invernal en variedades de almendro.*

VARIEDAD	1 9 7 0				1 9 7 1			
	fin reposo	número horas bajo			fin reposo	número horas bajo		
		7º	10º	12º		7º	10º	12º
		contadas desde 1 octubre				contadas desde 1 octubre		
	anterior	menor	menor	menor				
Farasdués 1	23 XI	310	555	776	10 XI	90	282	422
Basilia 1	»	»	»	»	»	»	»	»
Garrapinillos 9	»	»	»	»	»	»	»	»
Desmayo	»	»	»	»	16 XI	178	405	556
Garrapinillos 8	»	»	»	»	»	»	»	»
Desmayo Rojo	»	»	»	»	»	»	»	»
Trell	»	»	»	»	19 XI	219	459	616
Ayerbe 5	23 XI	310	555	776	24 XI	284	565	731
Texas	»	»	»	»	»	»	»	»
Las Pedrosas 1	»	»	»	»	30 XI	379	693	870
Loarre 2	»	»	»	»	»	»	»	»
Linás 1	28 XI	339	627	875	»	»	»	»
La Paul 1	»	»	»	»	»	»	»	»
Siétamo 1	—	—	—	—	3 XII	427	757	940
Ayerbe 1	—	—	—	—	»	»	»	»

han oscilado entre 90 para las variedades menos exigentes y 427 para las más exigentes.

Sin embargo, DE VILLIERS (1947) considera que para el almendro, cultivado en general en zonas más cálidas, sería aconsejable utilizar como umbral 12°C . El número de horas bajo 12°C transcurridos, en el invierno 1971-72, hasta la salida del reposo ha oscilado entre 422 y 940 según variedades.

En el cuadro 1, donde se han recogido las épocas de salida del reposo de las distintas variedades, se ha indicado también el número de horas bajo diferentes umbrales transcurridas desde primero de octubre hasta dichas fechas.

En la figura 1 se han indicado en trazo continuo las curvas de crecimiento de las yemas de flor de las variedades Desmayo y Loarre 2, y en trazo discontinuo, cómo evolucionan después de estar seis días a 20°C . También se ha marcado la salida del reposo invernal. Durante el período de reposo, el crecimiento de las yemas de flor es muy lento aun sometiéndolas durante algunos días a 20° . Cuando el reposo ha finalizado, el crecimiento de las yemas aumenta, siendo entonces mayor o menor según lo sean las temperaturas. Temperaturas como las habidas en la segunda mitad de noviembre (máxima entre 10° y 15°), han permitido el crecimiento considerable de las yemas de flor de la variedad Desmayo, cuyo período de reposo había terminado el 16 de dicho mes, sucediendo lo mismo con todas

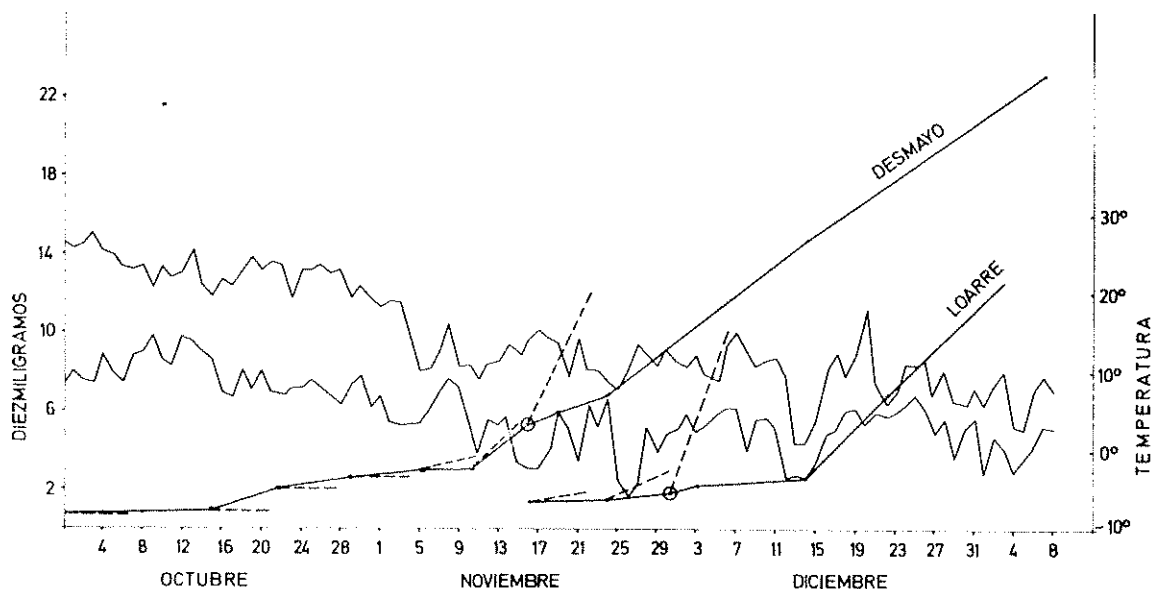


FIG. 1. En trazo continuo curvas de crecimiento de las yemas de flor de las variedades Desmayo y Loarre 2, en trazo discontinuo evolución de las mismas después de estar seis días a 20°C .

aquellas variedades que ya habían satisfecho sus necesidades de frío invernal, y en cambio apenas han crecido las de la variedad Loarre 2 y otras todavía en reposo, las cuales han incrementado su crecimiento en fechas posteriores. Este retardo en comenzar el crecimiento de las yemas de flor, dependiente de la época en que tiene lugar la salida del reposo, parece repercutir, haciendo más tardía la floración de algunas variedades.

RESUMEN

Las necesidades de frío invernal de 15 clones de almendro oscilan entre 90 y 427 horas bajo 7 °C, y si se miden en horas bajo 12 °C oscilan entre 422 y 940.

El rápido incremento en peso de las yemas de flor tiene lugar sólo una vez que se han satisfecho las necesidades de frío invernal, comenzando a crecer, por tanto, en fechas más tardías, aquellas variedades más exigentes en frío, las que por esta causa pueden retrasar su floración.

REFERENCIAS

- BROWN, D. S.
1952 Climate in relation to deciduous fruit production in California. IV. Effect of the mild winter of 1950-51 on deciduous fruits in Northern California. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, **59**: 111-8.
- CROSSA-RAYNAUD, P.
1955 Effects des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers a feuilles caduques. *Ann. Serv. bot. agron., Tunis*, **28**: 1-22.
- OVERCASH, J. P.; LOOMIS, N. H.
1959 Prolonged dormancy of pear varieties following mild winters in Mississippi. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, **73**: 91-8.
- TABUENCA, M. C.
1967 Necesidades de frío invernal de variedades de ciruelo. *An. Aula Dei*, **8**: 383-91.
1968 Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero. *An. Aula Dei*, **9**: 10-24.
1969 Necesidades de frío invernal de variedades de melocotonero. *An. Aula Dei*, **10**: 946-56.
- TABUENCA, M. C.; HERRERO, J.
1966 Influencia de la temperatura en la época de floración de frutales. *An. Aula Dei*, **8**: 115-53.
- VILLIERS, G. D. B. de
1947 Winter temperature and fruit yield. *Fmg. S. Afr.*, **22**: 638-44. (Citado por Overcash y Loomis, 1959).

Necesidades de frío invernal de variedades de melocotonero. II

por M. C. TABUENCA

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 15 - II - 1972

A B S T R A C T

TABUENCA, M. C., 1972. — Winter chilling requirements of peach varieties II. *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 330-4.

During a 2-year study the chilling requirements of 20 peach cultivars were investigated. After exposing the trees to temperatures below 7°C for different periods the increase in dry weight of flower buds during seven days at 20°C was recorded. The varieties are divided into 5 groups, based on these results, the first requiring 500-600 and the last more than 900 hours below 7°C.

INTRODUCCION

Las necesidades de frío invernal de las distintas variedades de melocotonero oscilan entre límites relativamente amplios, lo que facilita la adaptación de la especie a zonas con inviernos más o menos fríos. En dos trabajos anteriores (TABUENCA, 1964; 1969) se han determinado las exigencias de frío de algunas variedades de melocotonero, en el presente trabajo se amplía el estudio a un mayor número de variedades.

MATERIAL Y METODOS

Las experiencias se realizaron, durante los inviernos 1970-71 y 1971-72, en un vergel de selección establecido en febrero de 1968 en la Estación Experimental de Aula Dei. Todas las variedades consideradas tienen frutos de carne amarilla dura y piel pubescente y están injertadas en franco.

El método empleado es el mismo que se ha descrito en trabajos anteriores (TABUENCA, 1967; 1968; 1969) y está basado en el estudio del efecto producido por las temperaturas elevadas, 20 °C durante siete días en el desarrollo de las yemas de flor, una vez que los árboles han permanecido durante tiempos variables en el campo sometidos a temperaturas invernales. El desarrollo de las yemas de flor se mide por su variación en peso seco, una vez desprovistas de brácteas y pedúnculo.

Los datos climatológicos que han sido tomados en la Estación Experimental de Aula Dei, donde está ubicada la plantación, han sido recogidos en un trabajo anterior (TABUENCA, 1972).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las distintas variedades de melocotonero han visto satisfechas sus necesidades de frío invernal en fechas muy tempranas en los dos años considerados. Han oscilado entre 21 de diciembre y 9 de enero en el invierno 1970-71 y entre 13 de diciembre y 1 de enero en 1971-72.

Las variedades menos exigentes en frío de las estudiadas han requerido 588 horas por debajo de 7 °C, contadas a partir de primero de noviembre en 1970-71 y 562 en 1971-72. Las más exigentes 1032 en el primero de los años y 1082 en el segundo. En todos los clones observados ha habido sólo muy ligeras diferencias de comportamiento de un año a otro.

En el cuadro 1 se indican las necesidades de frío invernal de los 20 clones considerados, clasificándolos de igual manera que se hizo en un trabajo anterior (TABUENCA, 1969), en cinco grupos según sus exigencias.

CUADRO 1.—*Necesidades de frío invernal de variedades de melocotonero expresadas en horas bajo 7°C.*

500-600	Carolyn (2) Cortez (2) Gaume (1)	Golden Queen (2) Vesuvio (2)
600-700	Dixon (2) Jeromo 2252 AD (1) Jeromo 2263 AD (2)	Maruja 2239 AD (2) Vivian (1)
700-800	Grange (1) Jeromo 2248 AD (2) Jeromo 2257 AD (1)	Maruja 2250 AD (1) Maruja 2251 AD (2) Shasta (2) Tudor (2)
800-900	Garau (2)	
más de 900	Andora (2)	Cherryred (2)

Entre paréntesis número de años en que se ha estudiado cada variedad.

Variedades muy poco exigentes. Precisan entre 500 y 600 horas por debajo de 7 °C Carolyn, Cortez y Vesuvio, las cuales en la clasificación realizada por SAUNIER (1965) se agruparon entre las que necesitan de 650-800 horas bajo 7°, y Gaume considerada como de escasas necesidades de frío por BALDINI (1961). También se ha clasificado en este grupo Golden Queen.

Variedades poco exigentes. Como tales se pueden considerar las que han necesitado entre 600-700 horas por debajo de 7 °C para salir del reposo invernal, encontrándose entre ellas Vivian, clasificada por SAUNIER (1965), entre las que necesitan 650-800 horas. Otras variedades incluidas en este grupo son Dixon, 2 clones de Jeromo (2252 AD y 2263 AD) y uno de Maruja (2239 AD), mientras que otros clones de estas dos variedades se han clasificado en el grupo de exigencias medias.

Jeromo y Maruja son variedades población muy extendidas en la zona de Murcia, donde en general parecen bien adaptadas; no obstante, después del invierno 1965-66, en que el número de horas bajo 7° en algunas zonas de la provincia de Valencia fue del orden de las 250 horas, Maruja tuvo una cosecha que osciló entre un 35-55 % de lo normal, mientras que en la zona de Cieza, con 350 horas por debajo de 7 °C, osciló entre 55-75 %; en esta misma zona Jeromo fue algo más afectado, ya que la cosecha fue del 35 al 55 % de la normal. Mejor comportamiento mostró la variedad Vivian,

que en estas condiciones alcanzó una cosecha del 75 al 90 % de la normal (SÁNCHEZ CAPUCHINO, 1967).

Variedades con exigencias medias. Entre 700 y 800 horas por debajo de 7° han necesitado Shasta agrupada por SAUNIER (1965), entre las variedades cuyas exigencias están comprendidas entre 650-800 horas, y Grange y Tudor consideradas como de exigencias medias (Comm. Bur. hort. Plant Crops, 1955). Además se han clasificado en este grupo dos clones de Jeromo (2248 AD y 2257 AD) y otros dos de Maruja (2250 AD y 2251 AD).

Variedades exigentes. Necesitan de 800 a 900 horas por debajo de 7 °C para salir del reposo invernal, habiéndose clasificado en este grupo únicamente Garau.

Variedades muy exigentes. Exigencias superiores a las 900 horas por debajo de 7° presentan Andora y Cherryred, que se consideran como susceptibles a inviernos templados (Comm. Bur. hort Plant Crops, 1955).

Las diferencias observadas en las necesidades de frío entre distintos clones de las variedades población Jeromo y Maruja, hacen aconsejable estudiar este carácter en los trabajos de selección clonal.

RESUMEN

Se estudian las necesidades de frío invernal de 20 clones de melocotonero, clasificándolos en cinco grupos según sus exigencias. Se comparan los resultados obtenidos con las observaciones realizadas por otros investigadores.

REFERENCIAS

BALDINI, E.

1961 La difesa degli alberi da frutto dalle elevate e dalle basse temperature. *Riv. Ortoflorofrutt. Ital.*, 45: 16-53.

COMMONWEALTH BUREAU OF HORTICULTURE AND PLANTATION CROPS

1955 Peach varieties in relation to their tolerance to warm winters. *Query* 2736: 5 pp.

SÁNCHEZ CAPUCHINO, J. A.

- 1967 Contribución al conocimiento de necesidades en frío invernal de variedades frutícolas. *Levante Agrícola*, 5 (59): 13-50; 5 (60): 21-3; 6 (62): 26-8.

SAUNIER, R.

- 1965 Indications sur le besoins en froid hivernal de quelques varietes de pechers. *Pomol. franç.*, 7: 131-7.

TABUENCA, M. C.

- 1964 Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero, melocotonero y peral. *An. Aula Dei*, 7: 113-32.
- 1967 Necesidades de frío invernal de variedades de ciruelo. *An. Aula Dei*, 8: 383-91.
- 1968 Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero. *An. Aula Dei*, 9: 10-24.
- 1969 Necesidades de frío invernal de variedades de melocotonero. *An. Aula Dei*, 10: 946-56.
- 1972 The effect of temperature on flowering date in cherry varieties. 2.º Convegno del Ciliegio, Verona 14-16 Giugno 1972 (en preparación).

Estado nutritivo del olivo en el valle del Ebro

II.- zonas de Barbastro, Belchite y Borjas Blancas

por L. HERAS, A. ABADIA y L. MONTAÑES

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 8 - V - 1972

A B S T R A C T

L. HERAS, A. ABADÍA y L. MONTAÑES. — Nutritional Status of the olive tree of the Ebro bassin. *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 335-356.

In this paper is described the nutritional status of the olive tree crop of the Barbastro, Belchite and Borjas Blanca áreas.

The nutrient condition is different in the areas studied. The olive trees of Barbastro, show a deficiency of nitrogen, while the contents of phosphorous and potassium are very variable. In the olive trees of Belchite a deficiency of nitrogen and phosphorous and a excess of potassium is observed. In the Borjas Blancas area, the olive trees show a deficiency of the three macroelement considered, being more acused for the potassium.

INTRODUCCION

Con el estudio del estado nutritivo del olivo en las zonas de Barbastro (Huesca), Belchite (Zaragoza) y Borjas Blancas (Lérida), se completa el trabajo iniciado el año 1969, con el fin de conocer los problemas que tiene planteados el olivo, desde un punto de vista nutricional, en nuestra zona geográfica de influencia.

La trascendencia económica que este cultivo tiene en las mencionadas zonas puede deducirse de las cifras que figuran en el

Anuario estadístico de la producción agrícola 1968-69 (Ministerio de Agricultura) y que se transcriben a continuación.

ZONA	Superficie cultivada (Has.)	Producción cosechada (Qm.)	Superficie cosechada (Has.)
Zaragoza	23.720	59.915	15.470
Huesca	29.510	179.618	29.194
Lérida	73.660	397.508	70.720

Teniendo en cuenta que las propiedades físico-químicas de los suelos influyen poderosamente en la fertilidad de los mismos, se realiza un breve comentario sobre los suelos a que se refiere el presente trabajo, ya que su estudio y conocimiento es de especial interés cuando se plantean problemas de orden práctico, en relación con la elevación de los rendimientos.

En la interpretación de los resultados obtenidos en el material vegetal se tienen en cuenta los niveles óptimo, mínimo y de agotamiento, establecidos por BOUAT (1960), y que son, prácticamente, coincidentes con los establecidos por otros investigadores (HARTMANN, 1958 y RECALDE y ESTEBAN, 1966); dichos valores se expresan en el cuadro siguiente.

	HARTMANN (1958)		BOUAT (1960)			RECALDE y ESTEBAN (1966)
	Mínimo	Óptimo	Mínimo	Óptimo	Agotamiento	Mínimo
N	0,90	1,40-1,80	1,05	2,10	1,50	0,80-0,90
10 P	0,30	—	0,52	1,54	0,96	—
K	0,11	0,80-1,00	0,22	0,86	0,72	0,10-0,20
N + 10 P + K	—	—	—	4,50	—	—

El equilibrio nutritivo óptimo, porcentaje de cada uno de los tres elementos referido a la suma total, es para el olivo, según RECALDE (1966), 50 : 28 : 22. Teniendo en cuenta que estos valores son muy similares a los dados a conocer por otros investigadores (GONZÁLEZ et al., 1967) se han tomado estas cifras como base para la interpretación de nuestros resultados.

Expresamos nuestro reconocimiento a don J. Aparicio y a las señoritas A. Poc y C. Fustero por la ayuda prestada en la realización del presente trabajo.

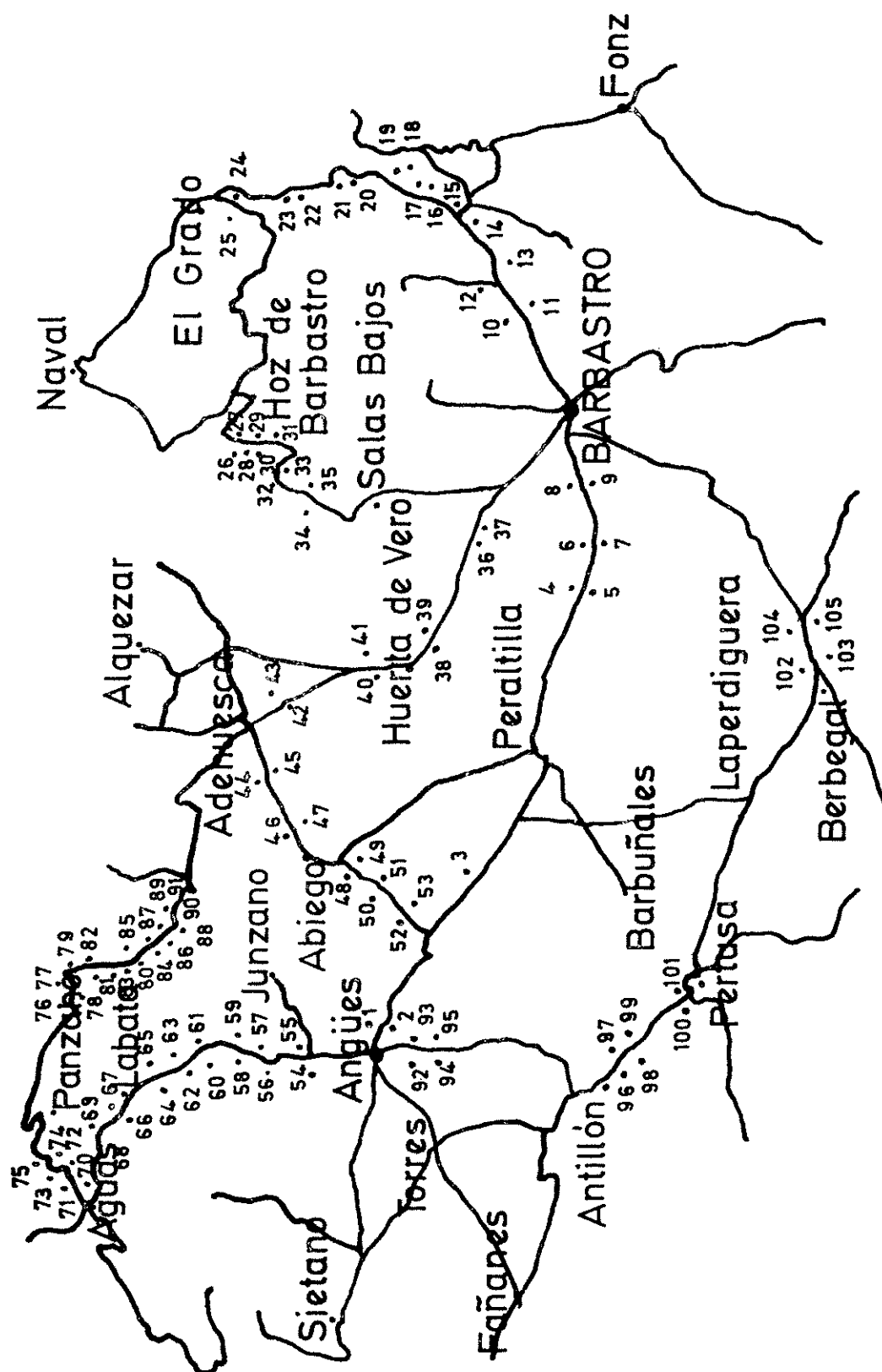


FIG. 1. Localización de las muestras de material vegetal en la zona de Barbastro.

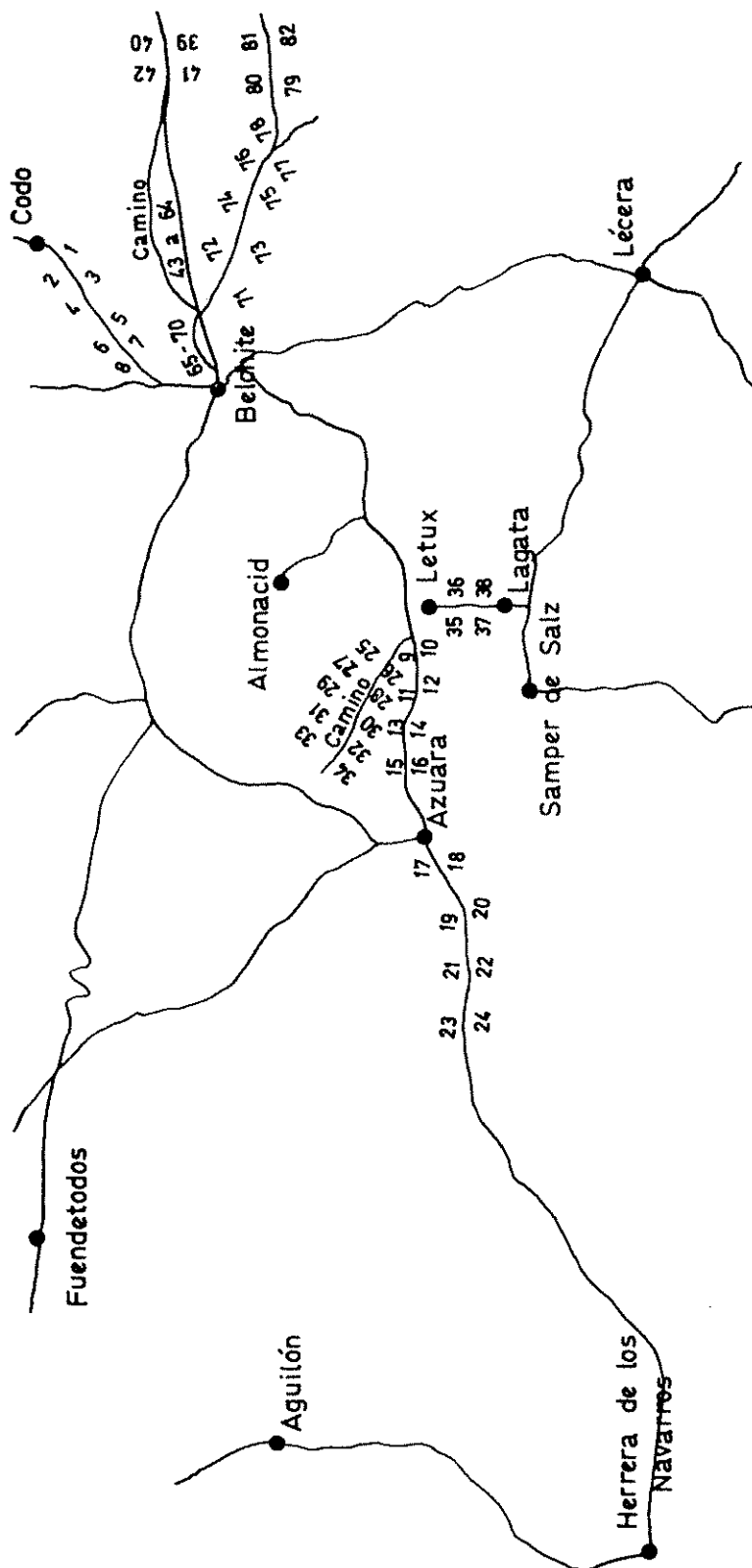


FIG. 2. Localización de las muestras de material vegetal en la zona de Belchite.

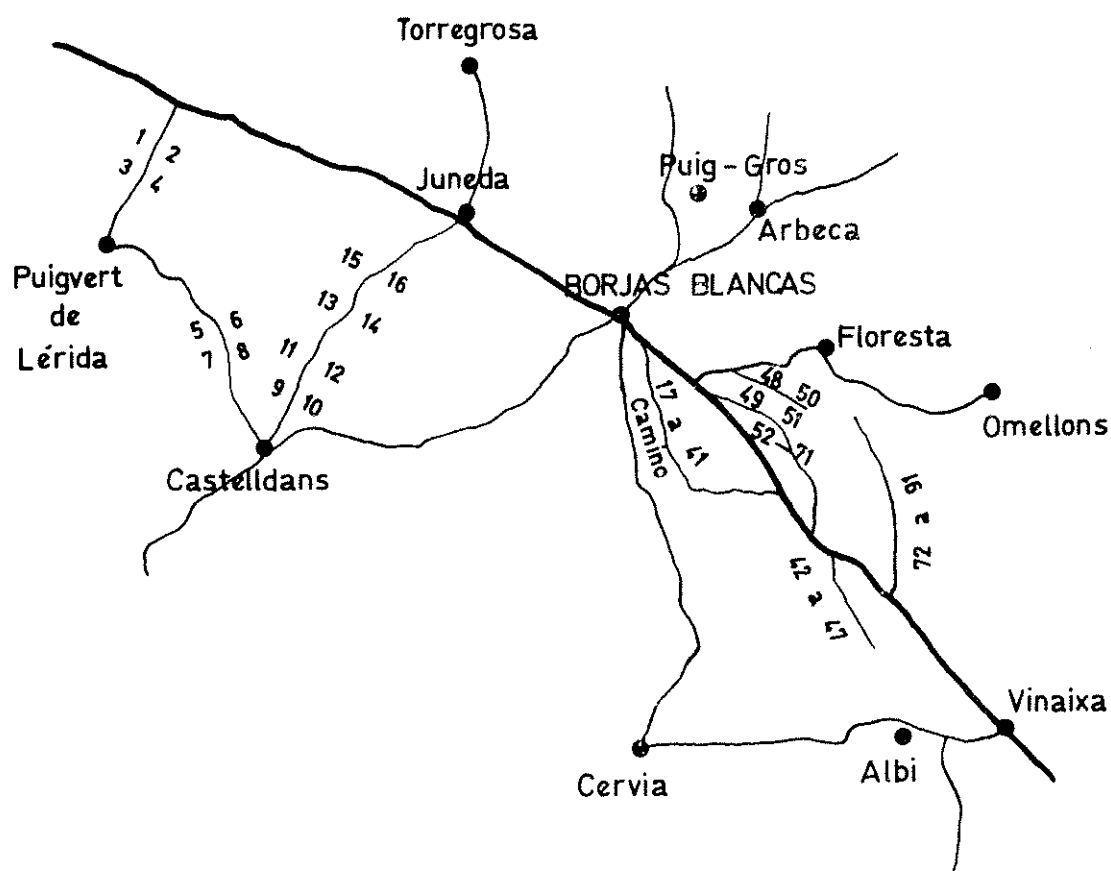


FIG. 3. Localización de material vegetal en la zona de Borjas Blancas.

MATERIAL Y METODOS

En cada una de las zonas objeto de estudio se tomaron las siguientes muestras de material vegetal:

Barbastro	105
Belchite	82
Borjas Blancas	91

La toma de muestra y las técnicas analíticas fueron las especificadas en el trabajo anterior (Heras, 1969). Los contenidos de N y K se expresan en tanto por ciento de materia seca y el P en tanto por mil.

La situación y localidades en las que fueron tomadas muestras se reflejan en las figuras 1, 2 y 3. En la realización del muestreo no se tuvo en cuenta ni la variedad ni la edad de la plantación.

En cada una de las zonas de estudio se describen las características edáficas de los suelos más representativos, de los cuales se tomaron las siguientes muestras para conocer el nivel de fertilidad:

Barbastro	40
Belchite	16
Borjas Blancas	17

Estas muestras pertenecen a plantaciones de olivo en las que se tomó material vegetal.

En las muestras de suelo se han realizado las siguientes determinaciones:

pH, (agua): relación 1 : 2,5.

Carbonatos totales: Método del calcímetro de BERTRAND.

Materia Orgánica: Método Balkley-Black (PIPER, 1950).

Nitrógeno total: Método KJELDAHL (selenio metálico como catalizador).

Fósforo asimilable: Método de extracción Burriel-Hernando y colorimetría de fosfo-molibdato.

Potasio asimilable: Extracción con acetato amónico (pH:7) y fotometría de llama.

RESULTADOS Y DISCUSION

ZONA DE BARBASTRO (HUESCA)

Características de los suelos

Los suelos sobre los que se halla establecido el olivo dentro de esta zona, pertenecen en su mayor parte al grupo de xerorendsinas sobre areniscas y margas (ALBAREDA et al., 1961), en los que podemos distinguir un horizonte de humus (0,5 cm.), que en los suelos

cultivados ha desaparecido, sobre otros de diversas características texturales y estructurales, y que a su vez descansan sobre las margas alternantes con areniscas calizas.

El primer horizonte (5-20 cm.) se caracteriza por textura arenolimosa a limo-arenosa, estructura granular bien desarrollada, con abundantes raíces y muy pobre en materia orgánica; aireación y drenaje medios. Color 10YR 6/3 (seco), 10YR 4/3 (húmedo); rico en carbonato cálcico (37 %) y pH elevado (8,20).

Inmediatamente debajo (20-50 cm.) aparece la marga algo alterada, constituyendo un horizonte más compacto en el que apenas se observa penetración de raíces.

Finalmente, se sitúa la marga sin descomponer alternando con bancos de areniscas calizas, alternancia que se repite a lo largo de toda su profundidad.

En la figura 4 se representa la distribución de frecuencias de los valores de pH, carbonatos totales, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio asimilables.

Como puede observarse, en la zona de Barbastro predominan los suelos con valores de pH superiores a 8,3 y un contenido de carbonatos entre 25-35 %.

Todos los suelos presentan muy bajos contenidos de materia orgánica (inferiores a 1,5 %). Solamente un 12,5 % de las muestras de suelo presentan un contenido medio de nitrógeno (0,101-0,125 %); el resto evidencia valores inferiores a 0,100 %.

El fósforo asimilable se halla a niveles muy bajos en todos los suelos; en un 90 % de los casos el contenido es inferior a las 100 p.p.m.

Finalmente, el potasio asimilable aparece en un 30 % de los suelos con contenido bajo (50-100 p.p.m.); un 25 % de los suelos contienen entre 101-150 p.p.m. y el resto evidencia contenidos superiores a 151 p.p.m.

En resumen, nos encontramos con suelos claramente calizos, de pH elevado, muy pobres en materia orgánica, nitrógeno total y fósforo asimilable, y con contenidos variables, pero tendentes a buenos, de potasio asimilable.

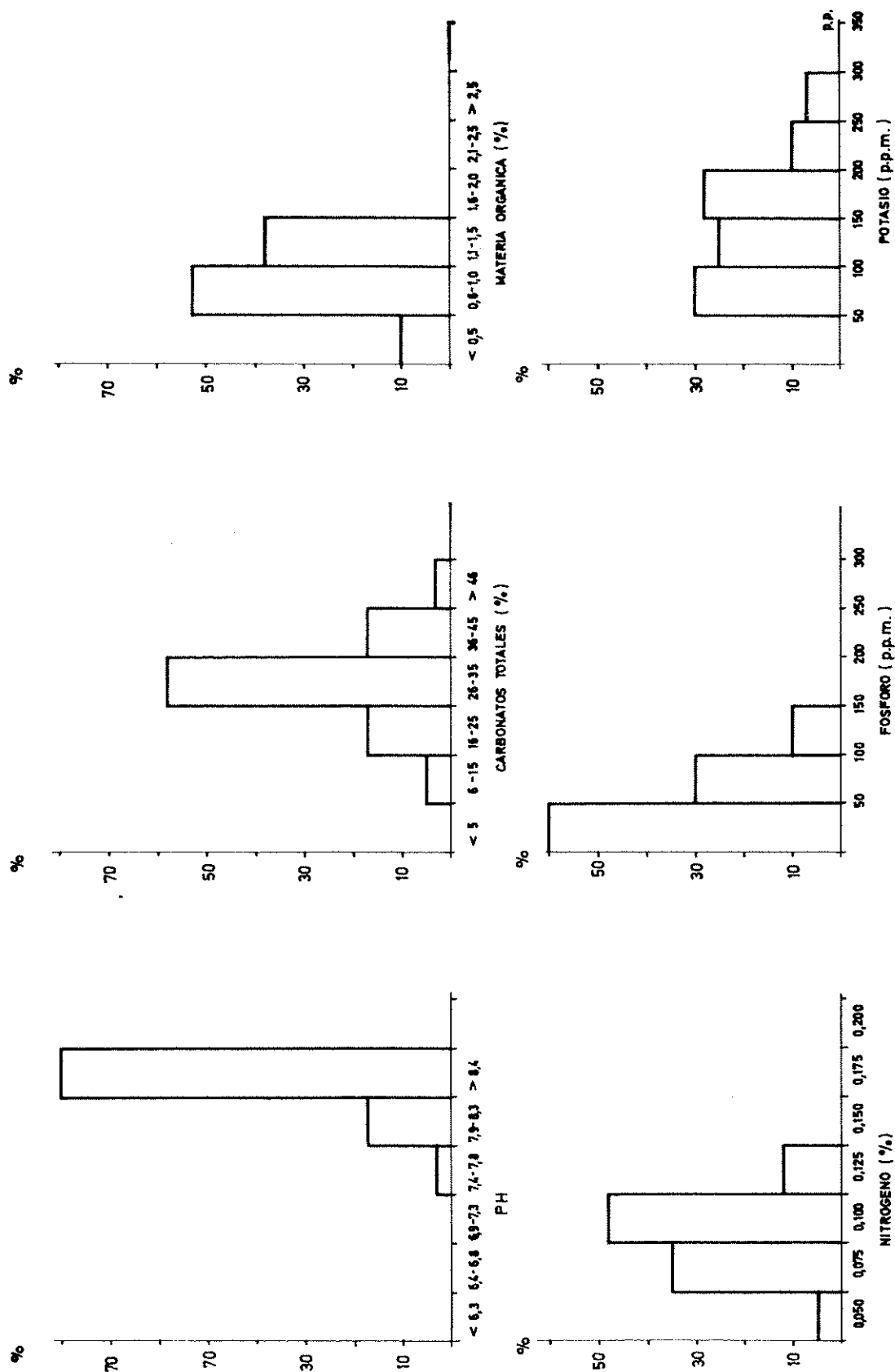


FIG. 4. Distribución de frecuencias de resultados analíticos en suelo (Barbastro).

Estado nutritivo de los olivos

Los contenidos de N, P, K, así como la intensidad global de alimentación de los olivos de la zona de Barbastro se expresan en el cuadro 1.

El estado nutritivo actual de los olivos de la zona de Barbastro, por lo que al nitrógeno se refiere, es bastante bajo, ya que sola-

CUADRO 1.—*Contenido de N, P, K e intensidad global de alimentación en los olivos de la zona de Barbastro.*

Núm. muestra	Intensidad				Núm. muestra	Intensidad				Núm. muestra	Intensidad			
	N	10P	K	global N+10P+K		N	10P	K	global N+10P+K		N	10P	K	global N+10P+K
1	1,75	1,14	0,79	3,7	36	1,42	0,82	0,67	2,9	71	1,61	1,34	0,92	3,9
2	1,98	1,41	0,95	4,3	37	1,89	1,20	0,77	3,9	72	1,78	1,04	1,00	3,8
3	1,61	1,47	1,02	4,1	38	1,47	0,89	1,13	3,5	73	1,75	1,04	0,87	4,1
4	1,39	1,07	0,92	3,4	39	1,27	0,89	0,77	2,9	74	1,98	1,01	1,12	4,1
5	1,19	1,12	0,97	3,3	40	1,64	1,11	0,59	3,3	75	1,78	1,21	1,11	4,1
6	1,41	1,04	0,80	3,3	41	1,75	1,19	0,72	3,7	76	1,59	0,85	0,72	3,2
7	1,61	1,02	0,80	3,4	42	1,69	1,29	0,62	3,6	77	1,50	0,99	0,70	3,2
8	1,66	1,13	0,89	3,7	43	1,81	1,16	0,40	3,4	78	1,11	0,86	0,69	2,7
9	2,14	1,37	0,55	4,1	44	1,66	0,99	0,40	3,1	79	1,08	0,79	0,72	2,6
10	1,67	1,14	0,77	3,6	45	1,68	1,17	0,72	3,6	80	1,17	0,79	0,84	2,8
11	1,47	0,91	0,70	3,1	46	1,80	1,67	0,54	4,0	81	1,00	0,69	0,74	2,4
12	1,05	0,50	0,70	2,3	47	1,64	0,94	1,02	3,6	82	1,72	1,24	0,80	3,8
13	1,38	0,70	0,69	2,8	48	1,76	1,44	0,40	3,6	83	1,81	1,09	0,67	3,6
14	1,78	1,25	0,90	3,9	49	1,80	1,20	0,40	3,4	84	1,24	1,24	0,74	3,2
15	1,67	0,98	0,70	3,4	50	2,25	1,26	0,40	3,9	85	1,80	1,53	0,69	4,0
16	1,52	1,42	1,47	4,4	51	1,92	1,38	0,94	4,2	86	1,41	0,97	0,82	3,2
17	1,78	1,19	0,98	4,0	52	1,90	1,14	0,62	3,7	87	1,56	0,87	1,02	3,5
18	1,25	0,70	1,59	3,5	53	1,68	1,04	0,54	3,3	88	1,38	0,96	1,04	3,4
19	1,36	0,52	1,03	2,9	54	1,60	1,39	0,64	3,6	89	1,45	0,84	0,84	3,1
20	1,86	0,99	1,20	4,1	55	1,45	1,19	0,64	3,3	90	1,66	1,38	1,11	4,2
21	1,17	0,69	0,93	2,8	56	1,85	1,83	0,50	4,2	91	1,67	1,53	1,18	4,4
22	1,35	0,47	0,64	2,5	57	2,08	1,39	0,79	4,3	92	1,86	1,49	1,24	4,6
23	1,31	0,41	0,76	2,5	58	1,81	1,33	0,66	3,8	93	1,91	1,44	0,87	4,2
24	1,87	0,44	0,69	3,0	59	1,71	0,89	0,77	3,4	94	1,89	1,84	1,34	5,1
25	1,80	0,94	0,84	3,6	60	1,77	1,33	1,06	4,2	95	1,93	2,05	0,96	4,9
26	1,50	0,47	0,54	2,5	61	1,24	0,99	0,75	3,0	96	2,21	1,54	0,77	4,5
27	1,33	0,29	0,76	2,4	62	1,85	1,04	1,04	3,9	97	2,16	1,64	1,22	5,0
28	1,47	0,76	0,49	2,7	63	1,56	0,99	0,94	3,5	98	1,87	1,23	0,79	3,9
29	1,82	0,99	0,49	3,3	64	1,70	1,44	0,89	4,0	99	2,05	1,58	0,94	4,6
30	1,36	1,04	0,52	2,9	65	2,11	1,19	1,12	4,4	100	1,94	1,26	0,97	4,2
31	1,42	0,89	0,62	2,9	66	1,91	1,35	1,28	4,5	101	1,89	1,28	0,79	4,0
32	1,90	1,27	0,74	3,9	67	2,05	1,24	0,94	4,2	102	1,94	1,29	0,92	4,2
33	1,53	1,27	0,52	3,3	68	1,55	1,59	0,80	3,9	103	1,75	1,28	0,94	4,0
34	1,08	0,54	0,49	2,1	69	1,42	1,39	0,97	3,8	104	1,78	1,51	1,32	4,6
35	1,77	0,94	1,04	3,8	70	1,76	1,79	0,85	4,4	105	1,75	1,50	1,32	4,6

Los valores de las columnas N y K indican el contenido en % de materia seca. El valor de la columna 10 P, es el contenido de P en 1.000 partes de materia seca.

mente un 7 % de las muestras analizadas presentan un contenido de este macroelemento igual al nivel óptimo establecido por BOUAT (1960). En el 93 % restante se tiene: un 3 % del total de las muestras con valores inferiores al nivel mínimo, un 28 % con contenidos superiores a este nivel, pero por debajo del de agotamiento y el 62 % restante de los olivos con un bajo contenido de nitrógeno.

La situación del fósforo no es tan crítica como la del nitrógeno; en un 12 % de muestras los contenidos son iguales al óptimo; un 7 % presenta valores inferiores al nivel mínimo; el 21 %, valores superiores a este nivel, pero inferiores al de agotamiento, y un 60 %, contenidos superiores al de agotamiento, pero sin alcanzar el óptimo. En resumen, el contenido de fósforo en los olivos de la zona de Barbastro es, en general, bajo.

Por lo que respecta al tercer macroelemento, potasio, nos encontramos con una situación completamente diferente. En ningún caso se obtienen valores inferiores al nivel mínimo; más aún, un 38 % de las muestras analizadas presentan un contenido superior al nivel óptimo, el cual lo manifiestan un 6 % de los valores considerados. El resto de las muestras analizadas se reparte de la siguiente forma: el 35 % con contenidos superiores al nivel mínimo, pero por debajo del de agotamiento, y el 21 % con contenidos superiores a este nivel, pero sin alcanzar el óptimo. Resumiendo, los olivos de la zona de Barbastro quedan repartidos en dos grupos completamente diferentes, en lo que respecta a su contenido de potasio, ya que mientras algunos muestran un exceso de este macroelemento, otros se caracterizan por una deficiencia, aunque no tan grave como la de los dos macroelementos anteriormente considerados.

La intensidad global de alimentación, en el 10 % de muestras, aproximadamente, alcanza el valor señalado como óptimo; un 52 % de los olivos considerados presentan valores comprendidos entre 3,5 y 4,5, y el resto (38 %) valores inferiores a 3,5.

De lo dicho anteriormente, y teniendo en cuenta el bajo nivel de fertilidad encontrado en los suelos, se deduce que, para conseguir un estado nutritivo óptimo habrá que proceder a una fuerte fertilización nitrogenada y a una cuidadosa fertilización fosfatada y potásica, ya que en ciertos suelos se podría producir un mayor desequilibrio del existente, como puede observarse en la figura 5.

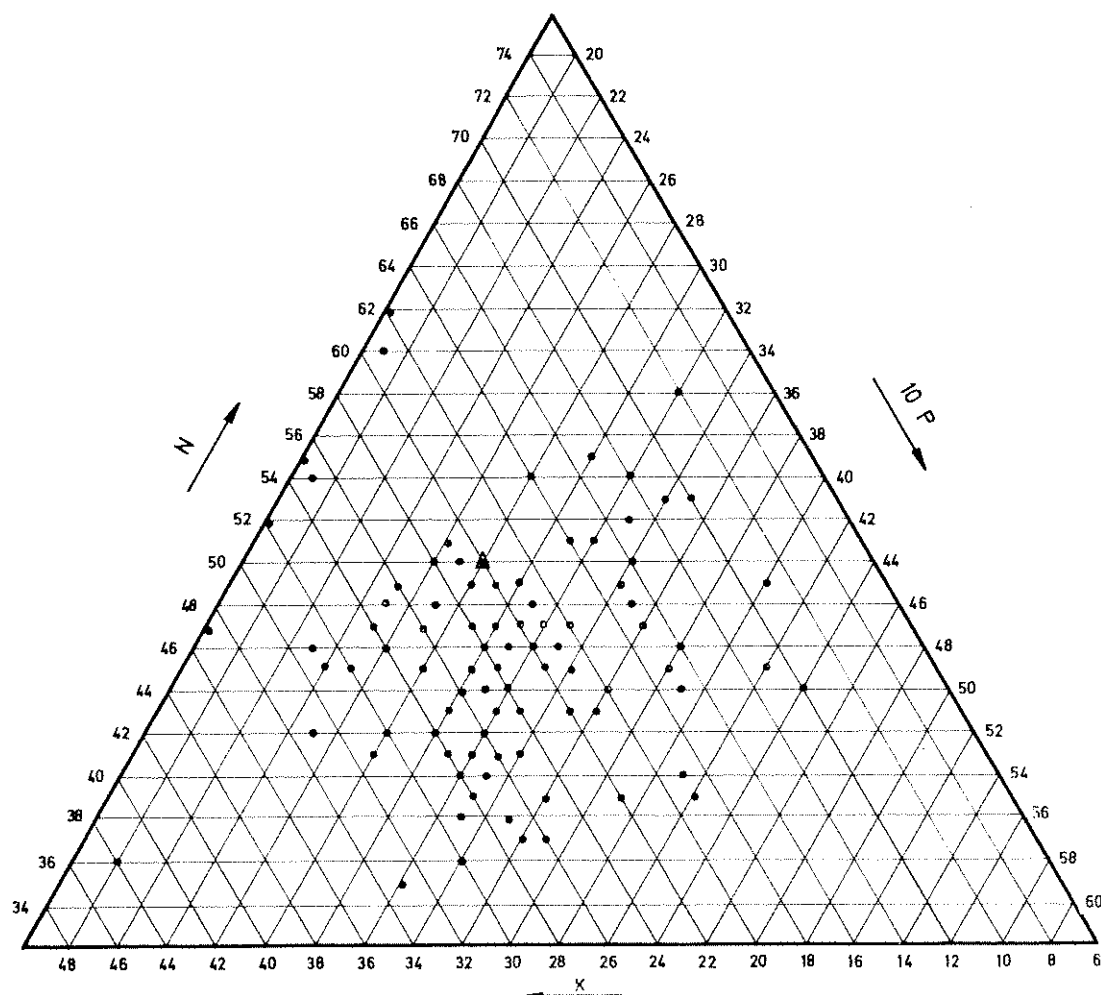


FIG. 5. Equilibrio nutritivo del olivo en la zona de Barbastro.

Del examen de la citada figura se deduce que, en casi todos los casos, existe un equilibrio desfavorable al nitrógeno; los equilibrios nutritivos, para P y K, son bastante variables, sobre todo en lo que a este último macroelemento se refiere. Es por ello difícil dar normas generales de fertilización. En casi todos los casos será necesario abonar fuertemente con fertilizantes nitrogenados; en algunos, será conveniente limitar los potásicos y fosfatados; en otros, habrá que limitar los potásicos y utilizar dosis bastante elevadas de fosfatados; y finalmente, hay zonas que requerirán un tratamiento contrario a éste.

En resumen, la zona de Barbastro se caracteriza por presentar

situaciones muy variables, que pueden estar relacionadas con las condiciones de fertilidad del suelo.

ZONA DE BELCHITE (ZARAGOZA)

Características de los suelos

El cultivo del olivo en la zona de Belchite se asienta fundamentalmente sobre suelos del grupo serosem o suelos calizos de perfil A/C propios de zonas semidesérticas (ALBAREDA *et al.*, 1961).

Están formados sobre margas muy arenosas y ricas en carbonato cálcico que precisamente son las responsables del carácter arenoso y calizo de estos suelos.

En los suelos cultivados solamente puede distinguirse un horizonte Ap (de unos 25 cm. de profundidad), permeable, con buen desarrollo estructural, que pasa bruscamente a la marga afectada sólo por las labores muy profundas. Pobre en materia orgánica de elevado contenido en carbonato cálcico. Color 7,5 YR 6/6 (seco), 7,5 YR 7/6 (húmedo).

La marga es arenosa, compacta, pero permeable, de estructura escamosa y en algunas zonas puede alternar con finas vetas de arenisca que actúan de horizonte D.

Son suelos muy profundos, con una topografía llana que facilita su mecanización, si bien su productividad se halla limitada por las condiciones ambientales propias de un clima seco.

En la figura 6 se representa la distribución de frecuencias de los valores de pH, carbonatos totales, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio asimilables.

Todos los suelos presentan valores de pH superiores a 7,8 y solamente un 19 % tienen unos niveles de carbonato cálcico inferiores al 25 %.

La situación en lo que respecta a la materia orgánica es muy variable, encontrándose desde niveles anormalmente bajos (inferiores al 0,5 %) hasta contenidos superiores al 2,5 %. Lo mismo podemos decir del nitrógeno, habiendo muestras con contenidos inferiores a 0,05 % y otras superiores a 0,176 %.

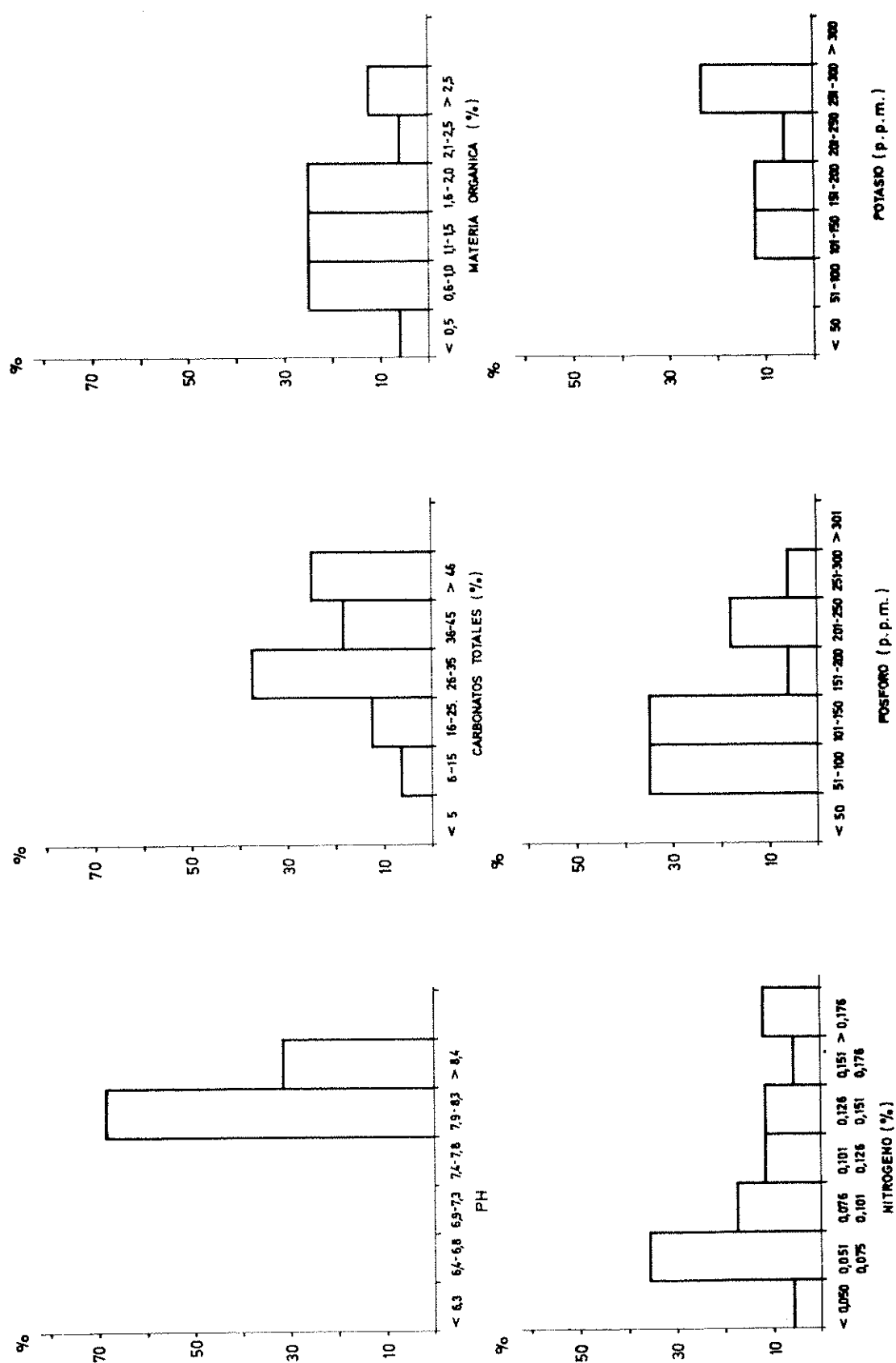


Fig. 6. Distribución de frecuencias de resultados analíticos en suelo (Belchite).

El contenido de fósforo asimilable es inferior a 150 p.p.m. en un 70 % de los suelos, presentando el 30 % restante contenidos que se pueden considerar de medios a buenos.

El potasio asimilable manifiesta un nivel superior a 200 p.p.m. en un 76 % de los suelos, y en el 24 % restante oscila entre 100 y 200 p.p.m.

Los suelos de la zona de Belchite dedicados al olivo son claramente calizos, con pH elevado y con niveles muy variados de materia orgánica y nitrógeno. El contenido de fósforo asimilable es más bien bajo, mientras que los contenidos de potasio asimilable se hallan, en la mayoría de los casos a niveles aceptables. Su grado de fertilidad es bajo, debido fundamentalmente al escaso contenido de fósforo asimilable, agravado, en ocasiones, por deficientes niveles de materia orgánica y nitrógeno total.

Estado nutritivo de los olivos

En el cuadro 2 se expresan los contenidos de N, P, K e intensidad global de alimentación de los olivos de la zona de Belchite.

El estado nutritivo actual de los olivos de esta zona, considerando los elementos individualmente, puede interpretarse de la siguiente forma:

Todas las muestras analizadas presentan un contenido de nitrógeno superior al nivel mínimo, pero solamente el 5 % de ellas alcanzan el óptimo. En un 17 % los contenidos son superiores al nivel mínimo, pero inferiores al de agotamiento; éste es rebasado en un 75 % de los olivos considerados, aunque sin alcanzar el óptimo. Es decir, que los olivos de la zona de Belchite presentan deficiencia de nitrógeno.

Por lo que respecta al fósforo, la situación es aún más crítica que la del nitrógeno, ya que en ninguna de las muestras analizadas se encuentran valores iguales al óptimo; en un 2 % son inferiores al mínimo y del 98 % restante, aunque lo rebasan, un 35 % no llega al nivel de agotamiento. Por tanto, los olivos de Belchite se caracterizan por un bajo contenido de fósforo.

La situación del potasio es completamente distinta. El 86 % de las muestras analizadas presenta un contenido igual o superior al óptimo, y solamente un 2 % evidencia valores inferiores al nivel

CUADRO 2.— *Contenido de N, P, K e intensidad global de alimentación en los olivos de la zona de Belchite.*

Núm. muestra	N	10P	K	Intensidad global N+10P+K	Núm. muestra	N	10P	K	Intensidad global N+10P+K	Núm. muestra	N	10P	K	Intensidad global N+10P+K
1	1,43	0,54	1,24	3,2	29	1,72	1,09	1,19	4,0	56	1,53	0,69	0,79	3,0
2	1,46	0,69	1,29	3,4	30	1,89	0,99	1,19	4,1	57	1,63	0,69	0,99	3,3
3	1,66	0,74	0,87	3,3	31	1,72	1,09	1,34	4,2	58	1,64	0,79	1,09	3,5
4	1,42	0,57	0,97	3,0	32	1,79	0,89	1,19	3,9	59	1,72	0,99	1,09	3,8
5	1,38	0,44	0,89	2,7	33	2,20	1,49	0,89	4,6	60	1,58	0,69	0,99	3,3
6	1,45	0,79	0,86	3,1	34	1,90	1,19	1,09	4,2	61	1,84	0,89	1,29	4,0
7	1,61	0,89	1,04	3,5	35	1,76	1,08	1,18	4,0	62	1,50	0,89	0,99	3,4
8	1,90	1,04	1,18	4,1	36	1,62	1,19	0,94	3,8	63	1,97	0,99	1,19	4,2
9	1,92	0,99	0,84	3,8	37	1,73	0,99	0,99	3,7	64	1,86	0,99	1,20	4,0
10	2,08	1,09	0,82	4,0	38	1,75	1,09	0,99	3,8	65	1,64	0,79	0,89	3,3
11	1,92	1,04	0,84	3,8	39	1,70	0,99	0,99	3,7	66	1,81	0,89	0,84	3,5
12	1,84	0,97	1,00	3,8	40	1,64	0,89	0,99	3,5	67	1,75	0,89	0,94	3,6
13	1,81	0,99	1,29	4,1	41	1,76	0,99	1,04	3,8	68	1,75	0,89	0,99	3,6
14	1,69	1,09	1,34	4,1	42	1,93	1,14	0,94	4,0	69	1,70	0,99	0,69	3,4
15	1,70	1,08	1,08	3,9	43	1,90	1,19	1,14	4,2	70	1,78	0,99	0,99	3,8
16	1,52	0,99	1,09	3,6	44	1,49	0,89	1,09	3,5	71	1,45	0,49	1,19	3,1
17	1,64	0,99	1,08	3,7	45	1,55	1,00	0,94	3,5	72	1,44	0,59	0,79	2,8
18	1,91	1,19	0,94	4,0	46	2,05	1,38	0,99	4,4	73	1,67	0,69	1,19	3,6
19	1,44	0,99	0,99	3,4	47	1,89	1,09	0,74	3,7	74	1,56	0,69	1,09	3,3
20	1,63	1,14	0,89	3,7	48	1,83	0,99	0,74	3,6	75	1,75	0,99	1,09	3,8
21	1,73	0,99	0,89	3,6	49	1,92	0,99	0,89	3,8	76	1,83	0,99	1,19	4,0
22	1,93	1,29	0,89	4,1	50	1,86	1,09	0,89	3,8	77	1,94	1,29	1,04	4,3
23	1,36	0,89	0,99	3,2	51	2,09	1,29	0,79	4,2	78	1,98	0,99	1,09	4,0
24	1,61	1,09	0,89	3,6	52	1,78	0,99	0,79	3,6	79	1,69	0,69	1,14	3,5
25	1,89	1,09	1,19	4,2	53	1,83	1,09	0,64	3,7	80	1,66	0,79	1,19	3,6
26	1,59	0,99	1,29	3,9	54	1,50	0,69	0,79	2,8	81	1,31	0,79	0,99	3,1
27	1,83	1,19	1,09	4,1	55	1,78	0,79	0,79	3,4	82	1,33	0,89	1,09	3,3
28	1,89	1,28	1,09	4,3										

Los valores de las columnas N y K indican el contenido en % de materia seca. El valor de la columna 10 P, es el contenido de P en 1.000 partes de materia seca.

de agotamiento. El resto presenta valores superiores a este nivel y bastante próximos al óptimo. Los olivos de la zona de Belchite se caracterizan por un exceso de potasio.

Debido a la deficiencia acusada de nitrógeno y fósforo la intensidad global de alimentación es baja y en ningún caso alcanza el valor óptimo. Habrá que aumentar este valor llevando a cabo prácticas adecuadas de fertilización, pero teniendo en cuenta el equilibrio nutritivo.

En la figura 7 se ha representado en diagrama triangular el equilibrio nutritivo de los olivos de la zona de Belchite. Se observa,

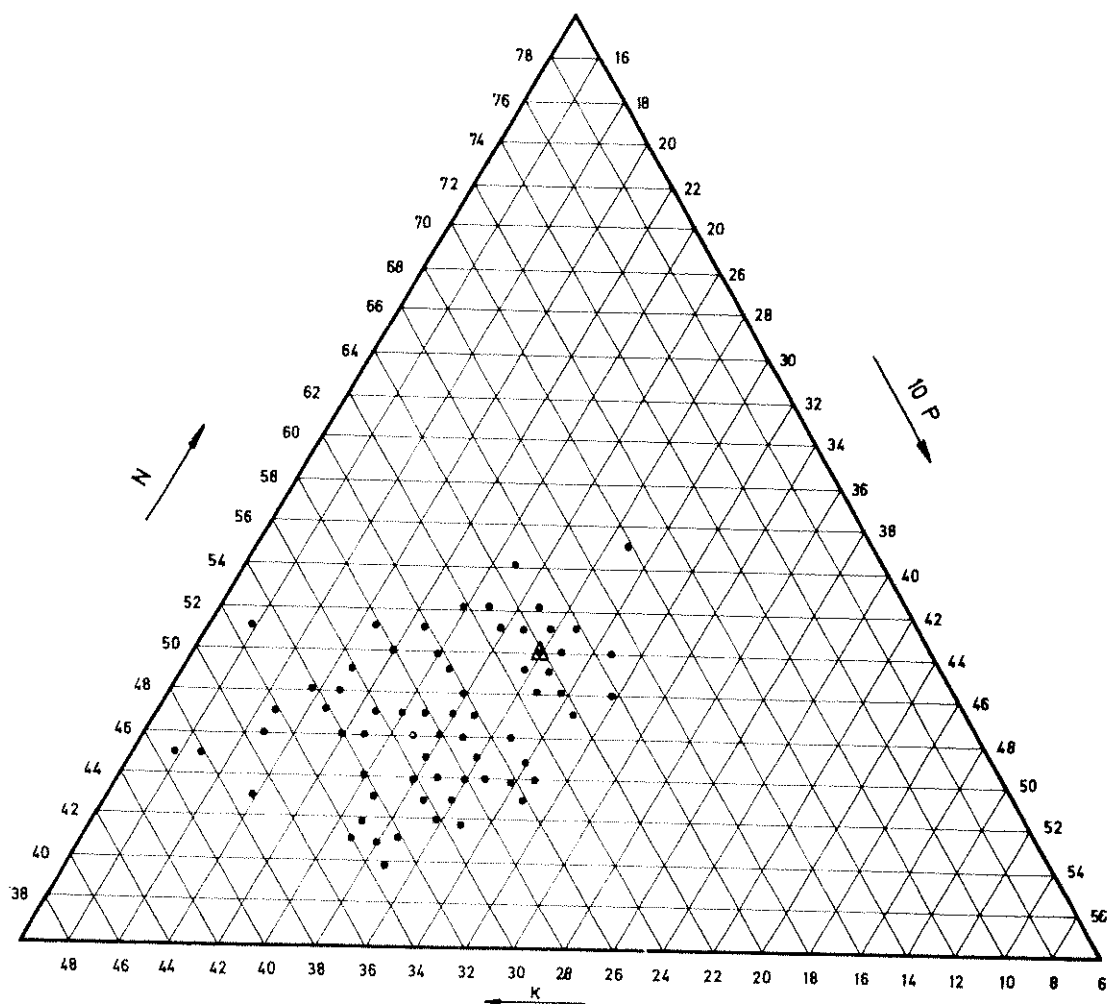


FIG. 7. Equilibrio nutritivo del olivo en la zona de Belchite.

salvo raras excepciones, un desequilibrio debido a la deficiencia de nitrógeno y fósforo y al exceso de potasio.

Con objeto de conseguir un estado nutritivo adecuado que conduzca a una buena producción, habrá que realizar fuertes aportes de abonos nitrogenados y fosfatados y en mucha menor cuantía de potásicos, lo cual conducirá a una elevación de la intensidad global de alimentación y a un acercamiento al equilibrio nutritivo óptimo.

ZONA DE BORJAS BLANCAS (LERIDA)

Características de los suelos

Se trata de suelos pardo calizos formados sobre calizas de origen oligoceno, duras, de color gris claro y dispuestas en finas capas estratificadas horizontalmente, a veces alternando con molasas (ALBAREDA *et al.*, 1962). Su área de distribución corresponde a una zona de clima continental, con ligera influencia mediterránea. Su topografía es eminentemente llana, con un perfil normalmente bien desarrollado, de tipo A (B) C, con una profundidad variable (sobre los 50 cm.) y casi siempre con buena permeabilidad.

El horizonte A, de unos 25 cm. de espesor, es rico en materia orgánica, con alto contenido de carbonato cálcico (24,6 %) y pH elevado (8,1). Su textura oscila entre franco-arenosa o arenosa-franca y su estructura grumosa está bien desarrollada; ello da al horizonte buena permeabilidad y escasa consistencia. Se aprecia una destacada actividad biológica, con abundancia de lombrices. Tanto en la superficie como en la masa del horizonte se encuentran algunos fragmentos de caliza. Color 7,5 YR 6/4 (seco), 7,5 YR 7/4 (húmedo).

El horizonte (B) de caracteres muy similares al anterior, pero más claro (10 YR 6/4) y muy pobre en materia orgánica, incluye también fragmentos sueltos de caliza. Su contenido de carbonatos es tan elevado (53,4 %), que casi constituye un horizonte Ca o un horizonte C muy descompuesto y lavado.

En la figura 8 se representan los histogramas de distribución de frecuencias de los valores de pH, carbonatos totales, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio asimilables.

Podemos observar que los pH son siempre superiores a 7,8 y el contenido de CO_3Ca superior al 25 % en un 82 % de las muestras, y solamente un 6 % de éstas presentan contenidos bajos (5 %-15 %).

El contenido de materia orgánica es inferior a 1,5 % en el 71 % de las muestras, presentando el 29 % restante contenidos casi medios (1,5 %-2 %). Podemos decir que la mitad de los suelos presentan contenidos bajos de nitrógeno (inferiores al 0,1 %) y la otra mitad contenidos de medios a buenos.

Un 75 % de los suelos evidencian contenidos de fósforo inferior-

res a 150 p.p.m. El potasio asimilable es bueno (superior a 200 p.p.m.) en un 50 % de los suelos.

Se trata de suelos calizos, de pH elevado, con tendencia a bajos niveles de materia orgánica y fósforo asimilable, con contenidos de nitrógeno total y potasio asimilable distribuidos, un 50 % dentro de zonas de buen contenido y el otro 50 % en zonas tendentes a contenido deficitario.

El nivel de fertilidad es bajo debido al escaso contenido de materia orgánica y fósforo asimilable, con algunas muestras de contenidos también bajos de nitrógeno total y potasio asimilable.

Estado nutritivo de los olivos

En el cuadro 3 se dan los contenidos de N, P, K, así como la intensidad global de alimentación de las muestras tomadas en la zona de Borjas Blancas.

Considerando el contenido de los tres macroelementos (N, P, K) individualmente, el estado nutritivo actual de los olivos de la zona de Borjas Blancas puede interpretarse de la siguiente forma.

Prácticamente todas las muestras analizadas presentan un contenido de nitrógeno superior al nivel mínimo; de ellas solamente un 3 % alcanza el valor óptimo, en un 32 % es inferior al nivel de agotamiento y en el 63 %, aunque superior a éste, no llega al óptimo. De manera general se puede decir que los olivos de la zona de Borjas Blancas presentan un contenido medio de nitrógeno.

En un 5 % de las muestras analizadas el contenido de fósforo es inferior al nivel mínimo (0,52 %), en tanto que un 20 % presentan valores iguales o superiores al óptimo (1,54 %); el 46 %, aun con un contenido de fósforo superior al de agotamiento, no alcanza el nivel óptimo, y en el resto de las muestras, aun siendo superior al nivel mínimo no llega al de agotamiento. Los olivos de la zona de Borjas Blancas se caracterizan por una deficiencia de fósforo, ya que el 80 % de ellos presentan valores inferiores al nivel de agotamiento.

La situación del potasio es todavía más crítica, ya que el 86 % de las muestras analizadas presentan un contenido inferior al nivel de agotamiento, y un 7 % rebasa este nivel pero no alcanza el óptimo, el cual sólo lo presentan el restante 7 %. En consecuencia,

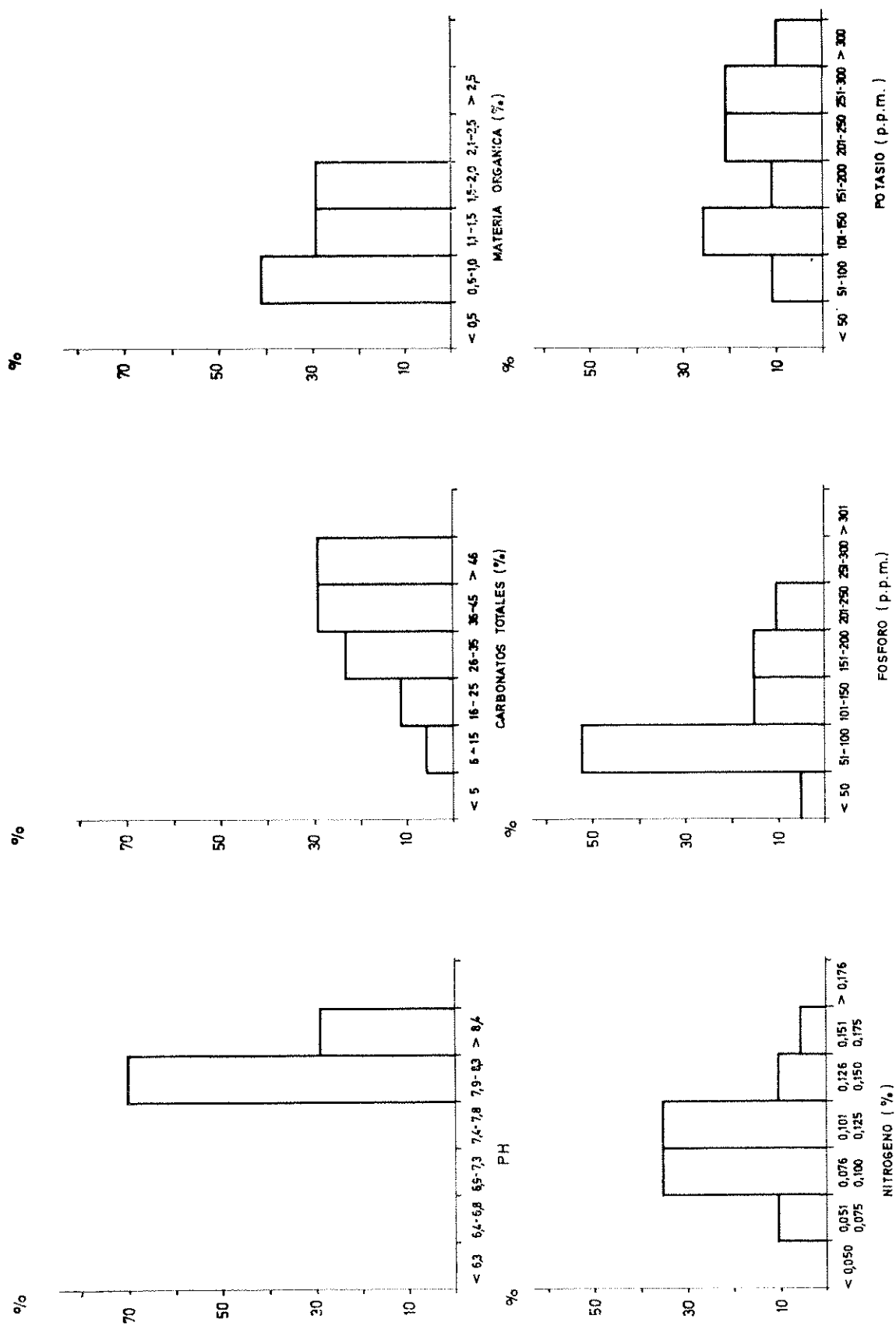


FIG. 8. Distribución de frecuencias de resultados analíticos en suelo (Borjas Blancas).

CUADRO 3.—*Contenido de N, P, K e intensidad global de alimentación en los olivos de la zona de Borjas Blancas.*

Núm. muestra	N	10P	K	Intensidad global N+10P+K	Núm. muestra	N	10P	K	Intensidad global N+10P+K	Núm. muestra	N	10P	K	Intensidad global N+10P+K
1	1,75	1,00	0,63	3,4	31	1,14	0,40	0,50	2,0	61	1,00	0,75	0,55	2,3
2	1,70	1,00	0,65	3,4	32	1,53	0,50	0,40	2,4	62	1,36	1,14	0,40	2,9
3	1,42	0,69	0,79	2,9	33	1,90	1,50	0,70	4,1	63	1,59	1,40	0,30	3,3
4	1,36	0,50	0,85	2,7	34	1,48	1,29	0,80	3,6	64	1,64	1,34	0,40	3,4
5	2,20	1,30	0,87	4,4	35	1,64	1,49	0,80	3,9	65	1,30	0,70	0,40	2,4
6	1,64	1,19	0,76	3,6	36	1,59	0,99	0,49	3,1	66	1,53	1,00	0,55	3,1
7	1,56	0,70	0,50	2,8	37	1,61	1,15	0,25	3,0	67	1,53	0,89	0,50	2,9
8	1,81	0,80	0,50	3,1	38	1,52	1,29	0,60	3,4	68	1,89	1,40	0,55	3,8
9	1,94	0,90	0,60	3,4	39	1,98	1,45	0,30	3,7	69	1,65	1,15	0,40	3,2
10	1,80	1,40	0,70	3,9	40	1,56	1,60	0,65	3,8	70	1,56	1,50	0,30	3,4
11	2,00	1,39	0,90	4,3	41	1,64	1,30	0,40	3,3	71	1,36	0,85	0,50	2,7
12	1,92	1,27	0,49	3,7	42	1,70	1,40	0,30	3,4	72	1,74	1,60	0,20	3,5
13	1,97	1,62	1,05	4,6	43	1,91	1,60	0,30	3,8	73	1,33	0,95	0,27	2,6
14	1,61	1,63	0,99	4,2	44	1,72	1,44	0,40	3,6	74	1,76	1,50	0,60	3,9
15	1,87	1,38	0,54	3,8	45	1,64	1,30	0,55	3,5	75	1,70	1,50	0,80	4,0
16	2,05	1,57	0,44	4,1	46	1,61	1,29	0,45	3,4	76	1,64	1,60	0,50	3,7
17	1,50	0,82	0,55	2,9	47	1,58	1,35	0,45	3,4	77	1,39	0,70	1,20	3,3
18	1,22	0,70	0,30	2,2	48	1,50	0,85	0,50	2,9	78	1,67	1,50	0,40	3,6
19	1,52	0,80	0,60	2,9	49	1,39	1,00	0,70	3,1	79	1,22	1,50	0,45	3,2
20	1,26	0,80	0,60	2,7	50	1,39	1,10	0,50	3,0	80	1,50	0,70	0,20	2,4
21	1,70	0,95	0,70	3,4	51	1,56	1,30	0,60	3,5	81	1,13	0,60	0,27	2,0
22	1,36	0,75	0,70	2,8	52	1,67	1,10	0,20	3,0	82	1,73	0,95	0,45	3,1
23	1,81	1,20	0,65	3,7	53	1,72	1,00	0,30	3,0	83	1,57	1,05	0,27	2,9
24	1,81	1,00	0,50	3,3	54	1,78	1,00	0,30	3,1	84	1,50	1,20	0,20	2,9
25	1,55	1,15	0,50	3,2	55	1,47	0,90	0,70	3,1	85	1,48	1,00	0,20	2,7
26	1,67	0,90	0,75	3,3	56	1,64	1,09	0,50	3,2	86	1,58	1,05	0,40	3,0
27	1,39	0,80	0,40	2,6	57	1,50	0,90	0,65	3,1	87	1,39	1,10	0,40	2,9
28	1,44	1,55	0,45	3,4	58	1,90	1,10	0,40	3,4	88	1,58	1,50	0,50	3,6
29	1,35	0,40	0,40	2,2	59	1,47	1,35	0,45	3,3	89	1,31	0,85	0,40	2,6
30	0,97	0,20	0,40	1,6	60	1,81	1,09	0,40	3,3	90	1,58	1,10	0,60	3,3
										91	1,53	0,90	0,70	3,1

Los valores de las columnas N y K indican el contenido en % de materia seca. El valor de la columna 10 P, es el contenido de P en 1.000 partes de materia seca.

los olivos de la zona de Borjas Blancas se caracterizan por una deficiencia de potasio más acusada que las de nitrógeno y fósforo.

La intensidad global de alimentación (N + 10P + K) será, por lo dicho anteriormente, muy baja; efectivamente, un 73 % de los olivos presentan valores muy bajos (inferiores a 3,5), en un 25 % se sitúa entre 3,5 y 4,5 y solamente un 2 % de ellos alcanzan la intensidad global de alimentación óptima (4,5).

Los olivos de la zona de Borjas Blancas presentan un mal estado nutritivo y en consecuencia una baja intensidad global de ali-

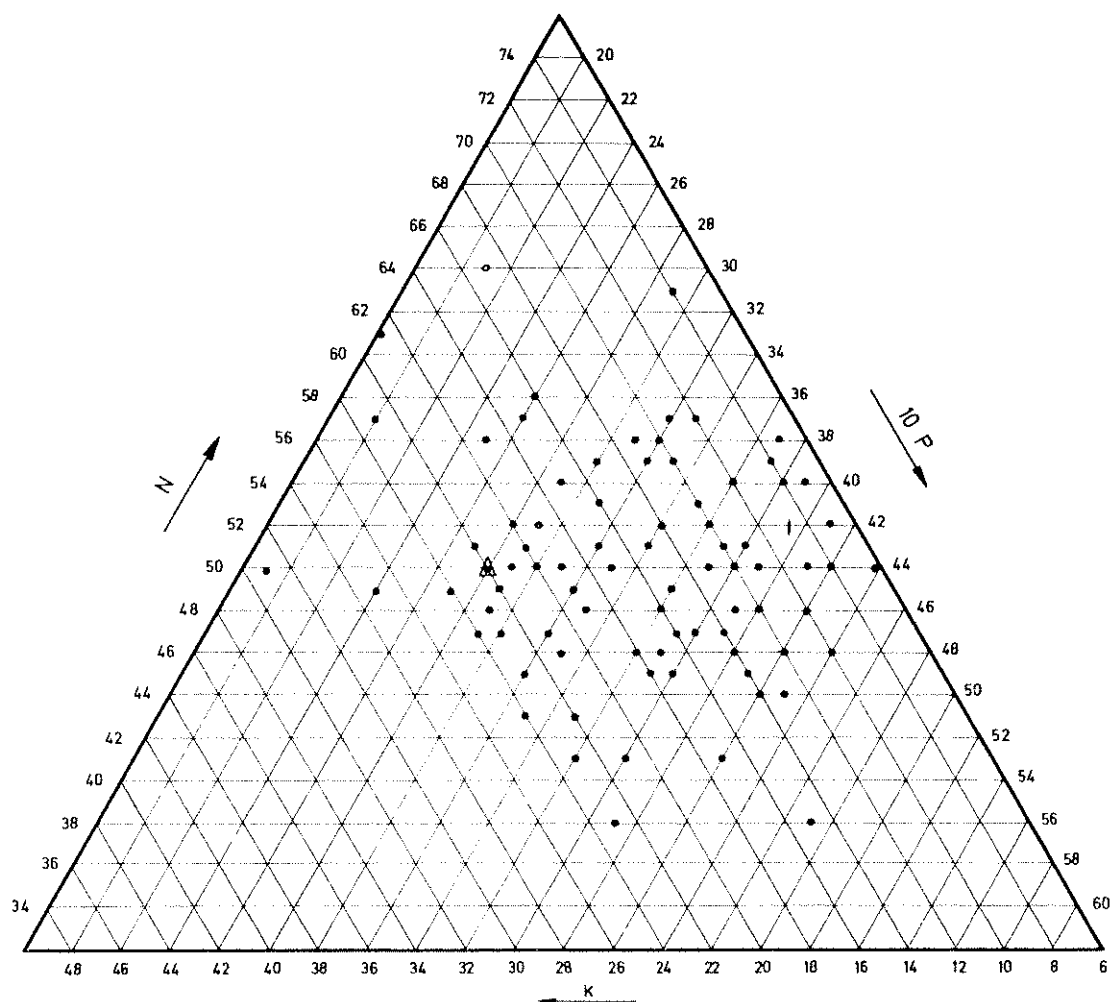


FIG. 9. Equilibrio nutritivo del olivo en la zona de Borjas Blancas.

mentación, por lo que la primera medida a tomar será el elevar ésta mediante prácticas de abonado, las cuales, por otra parte, deberán realizarse teniendo en cuenta el equilibrio nutritivo.

En la figura 9 se ha representado en diagrama triangular el equilibrio nutritivo de los olivos de la zona de Borjas Blancas. Se observa que en casi todos éstos se encuentra bastante alejado del óptimo. En tanto que la situación del nitrógeno es muy variable, se aprecia que el equilibrio es favorable al fósforo en perjuicio del potasio.

De todo lo expuesto se puede decir, como norma general, que los olivos de la zona de Borjas Blancas habrán de abonarse fuerte-

mente con fertilizantes potásicos y en menor cuantía con fosfatos; por lo que respecta a la fertilización nitrogenada, no se puede dar una norma definida, ya que en algunos casos el nitrógeno se encuentra en exceso en tanto que en otro acusa una grave deficiencia.

RESUMEN

Se estudia el contenido de los tres principales macronutrientes, N, P y K, en los olivos de las zonas de Barbastro (Huesca), Belchite (Zaragoza) y Borjas Blancas (Lérida).

La situación de los olivos en las zonas estudiadas es distinta. En la zona de Barbastro presentan una deficiencia en nitrógeno, siendo muy variables los contenidos de fósforo y potasio. En la zona de Belchite se observa una deficiencia en nitrógeno y fósforo y un exceso de potasio. Los olivos de Borjas Blancas se caracterizan por una deficiencia en los tres macroelementos, más acusada para el potasio.

REFERENCIAS

- ALBAREDA, J. M.; GUERRA, A.; MONTURIOL, F.; MATAS, J. P.; VICENTE, J. G. y ALONSO, J. J.
1961 Study of the soils of the Ebro Valley. II. Provinces of Huesca and Zaragoza. *Instituto Edafología y Fisiología Vegetal*. Madrid.
1962 Study of the soils of the Ebro Valley. III. Provinces of Barcelona, Gerona, Lérida and Tarragona. *Instituto Edafología y Fisiología Vegetal*. Madrid.
- BOUAT, A.
1960 La fumure de l'olivier. *Fertilité* 13.
- GONZALEZ, F.; GARCIA, A. M.; CHAVES, M. y MAZUECOS, C.
1967 Estado de nutrición, equilibrio nutritivo y rendimiento en el olivar de la provincia de Sevilla. *An. Edaf. y Agrobiol.* XXVI (1-4): 733.
- HARTMANN, H. T.
1958 Some responses of the olive to nitrogen fertilizers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 72: 257.
- HERAS, L.
1969 Estado nutritivo del olivo del valle del Ebro. I. Zonas de Borja y Alcañiz. *An. Aula Dei* 10 (4): 957.
- RECALDE, L. y ESTEBAN, E.
1966 Nutritious equilibrium of olive crop. Studied through leaf analysis. *Agrochimica* X, 4: 371.

Composición de la alfalfa (*Medicago Sativa L.*) a lo largo del ciclo de explotación

por L. MONTAÑÉS, A. ABADIA y L. HERAS

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 18 - V - 1972

A B S T R A C T

MONTAÑÉS, L., ABADÍA, A. and HERAS, L. — The composition of the alfalfa (*Medicago Sativa L.*) along the exploitation cycle. *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 357-365.

Values are given of the leave/stem ratio, dry matter, ashes, crude fiber, macro (N, P, K, Ca y Mg) and micro-elements (Fe, Mn, Zn, Cu).

In some cuttings the leave/stem ratio depends whether the results are given as dry matter or green material content.

The dry-matter content is probably associated with the climatic conditions of harvesting.

The mineral content is always higher in the leaves, however, as it was hoped, the crude fiber content is higher in the stem.

The level of macroelements in the leaves was higher than in the stem except for the potassium. The content of Fe, Zn was higher in the leaves but the level of the Cu was similar in both leaves and stems.

I N T R O D U C C I O N

La alfalfa, especie forrajera de gran valor nutritivo, constituye un alimento básico para los rumiantes, por lo que su composición repercutirá en el estado nutritivo de estos animales.

La superficie destinada al cultivo de la alfalfa en el Valle del Ebro ocupa 79.845 Ha. (34,74 % de la superficie nacional dedicada a esta especie) con una producción total de 28.827.980 Qm. de material verde (32,75 % de la producción nacional) *. De estos datos se deduce la importancia económica y agronómica que tiene

* Anuario Estadístico de la producción agrícola. Ministerio de Agricultura 1969-70.

el cultivo de la alfalfa en el Valle del Ebro, que justifica cualquier estudio que pueda contribuir a un mejor conocimiento de esta leguminosa.

Existen numerosas referencias sobre la composición de la alfalfa y sus modificaciones (ALLEN *et al.*, 1961; BEESON, 1953; BROWNE, 1938; GUÉGUEN, 1959;), pero por estar ligados los resultados y valores obtenidos al medio ambiente y sistemas de cultivo, se ha creído interesante abordar el presente trabajo sobre la alfalfa cultivada en el Valle del Ebro.

Con ello pretendemos tener una idea sobre la composición de la alfalfa y la distribución de sus constituyentes en hoja y tallo, a lo largo de su ciclo de explotación.

Este estudio se tratará de extender en otra ocasión al producto henificado en campo, ya que de esta forma es como se suministra a los animales más del 80 % de la producción; ello nos permitirá además, conocer las modificaciones que en la composición de la alfalfa ocasiona este proceso en nuestras condiciones ambientales.

En esta primera nota se da cuenta de un avance de parte de los resultados obtenidos en los dos primeros años de cultivo de la alfalfa.

Expresamos nuestro reconocimiento a D. M. SANZ, D. J. APARICIO, Stas. A. Poc y M. I. Poc, por la ayuda prestada en la realización del presente trabajo.

MATERIAL Y METODOS

El cultivo de alfalfa fue establecido en el mes de marzo de 1969 sobre suelo de terraza (vega del Gállego) puesto en regadío.

La recogida de material vegetal se verificó en las fechas siguientes:

<i>Año 1969</i>		<i>Año 1970</i>	
1 ^{er} corte	9 - VII - 69	1 ^{er} corte	7 - V - 70
2. ^o "	14 - VIII - 69	2. ^o "	15 - VI - 70
3 ^{er} "	29 - IX - 69	3 ^{er} "	21 - VII - 70
4. ^o "	6 - XI - 69	4. ^o "	14 - VIII - 70
		5. ^o "	11 - IX - 70
		6. ^o "	17 - X - 70

La toma de muestras se realizó, en todos los cortes, en el mismo estado vegetativo (un 10 % de plantas en flor).

Las técnicas analíticas utilizadas fueron:

- *Fibra bruta*: (celulosa Weende).
- *Nitrógeno*: método Kjeldahl, utilizando selenio metálico como catalizador.

Sobre las cenizas se determinaron:

- *Fósforo total*: método vanadato-molibdato y lectura de color en espectrofotómetro Beckman DB a 420 nm.
- *Potasio*: fotometría de llama.
- *Calcio, Magnesio, Hierro, Zinc, Cobre y Manganeso*, por absorciometría atómica (Perkin-Elmer. 303).

RESULTADOS Y DISCUSION

a. *Relación hoja/tallo*

En el cuadro 1 se especifican los porcentajes de hoja, tallo y la relación en que se encuentran referidos a materia verde y seca

En el citado cuadro podemos apreciar un mayor predominio de

CUADRO 1.— *Variación del contenido de materia verde y seca en las hojas y tallos de alfalfa y de la relación hoja/tallo, en cortes sucesivos a lo largo de dos años.*

Corte	Materia verde			Materia seca		
	Hoja %	Tallo %	Relación H/T	Hoja %	Tallo %	Relación H/T
1969						
1.º	62,4	37,6	1,66	65,0	35,0	1,86
2.º	59,1	40,9	1,44	64,6	35,4	1,82
3.º	42,8	57,2	0,75	52,2	47,8	1,09
4.º	47,1	52,9	0,89	50,7	49,3	1,03
1970						
1.º	47,9	52,1	0,92	49,3	50,7	0,97
2.º	50,8	49,2	1,03	57,0	43,0	1,32
3.º	47,0	53,0	0,89	48,1	51,9	0,93
4.º	49,7	50,3	0,99	47,2	52,8	0,89
5.º	48,8	51,2	0,95	—	—	—
6.º	48,2	51,8	0,93	47,9	52,1	0,92

la hoja sobre el tallo en los dos primeros cortes, correspondientes al primer año de cultivo, tanto si se considera la materia verde como la materia seca. Esto no sucede en el tercero y cuarto cortes, ya que cuando los valores se expresan en función de materia verde se observa un predominio del tallo sobre hoja, en cambio cuando se establece la relación hoja/tallo sobre materia seca, se tiene un ligero predominio de la hoja.

En materia verde, el predominio del tallo sobre la hoja, en el 3.º y 4.º cortes, no puede achacarse únicamente al diferente contenido de agua en el material vegetal (cuadro 2) puesto que al considerar la relación hoja/tallo sobre materia seca, si bien es cierto que se obtienen valores superiores a los correspondientes a materia verde no se alcanzan los de los dos primeros cortes.

En el segundo año de cultivo la relación hoja/tallo presenta en todos los cortes valores muy similares, próximos a la unidad independientemente de la forma de expresión de los resultados.

b. *Materia seca, cenizas y fibra bruta en hoja y tallo*

En el cuadro número 2 se especifica, el contenido de materia seca, porcentaje de cenizas y fibra bruta (referidos a materia seca) a lo largo de los dos primeros años de cultivo. Cada valor es la media de dos determinaciones.

El contenido de materia seca en el primer año de cultivo, dis-

CUADRO 2.—*Contenido de materia seca, cenizas y fibra bruta.*

Corte	% materia seca		% de cenizas		% fibra bruta	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
1969						
1.º	39,6	35,4	12,2	9,1	6,30	38,95
2.º	37,2	29,4	10,6	6,5	16,29	47,17
3.º	34,7	27,5	10,5	8,5	12,88	36,14
4.º	23,7	20,2	10,5	9,2	5,56	24,29
1970						
1.º	22,3	20,5	11,3	9,0	14,12	33,06
2.º	22,3	22,7	10,1	7,9	16,13	45,65
3.º	34,1	32,7	9,6	7,1	6,94	45,64
4.º	23,7	26,1	10,3	7,6	8,39	38,48
5.º	—	—	11,1	9,0	15,79	42,64
6.º	20,2	20,5	9,4	8,7	5,43	32,83

minuye a lo largo de los cortes. En el segundo año, si se tiene en cuenta la fecha de recogida y no el corte, se observa que a partir del mes de julio (3.º corte), se repite el mismo fenómeno. Esto parece indicar que existe una estrecha relación entre el contenido de materia seca de la planta y las condiciones climáticas de la época de recogida.

El contenido de cenizas totales es, en todos los cortes, superior en la hoja; los valores que figuran en el cuadro 2 parecen indicar que el contenido mineral total tanto en hoja como en tallo, es independiente del año de cultivo y del ciclo de explotación.

El porcentaje de fibra bruta, como es lógico, es mucho más elevado en el tallo que en la hoja, en los dos años de cultivo; los valores más altos aparecen tanto en el tallo como en la hoja, en el segundo corte.

c. *Contenido de N, P y K en hoja y tallo*

Expresados en tanto por ciento de materia seca, se indican en el cuadro 3 los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, en hoja y tallo, correspondientes a los diferentes cortes dados a la alfalfa en los dos años de cultivo. Cada cifra es la media de cuatro determinaciones.

CUADRO 3.—*Contenido de N, P, K y valor medio anual.*

<i>Año 1969</i>	<i>Hoja</i>			<i>Tallo</i>		
	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
Corte 1.º	4,63	0,172	1,42	1,73	0,100	2,79
Corte 2.º	4,08	0,176	1,78	1,51	0,151	2,08
Corte 3.º	4,53	0,176	2,08	1,84	0,146	2,18
Corte 4.º	4,08	0,173	2,16	2,46	0,169	2,68
Media anual	4,33	0,174	1,86	1,88	0,141	2,43
<i>Año 1970</i>						
Corte 1.º	4,36	0,172	1,62	1,76	0,150	2,24
Corte 2.º	4,09	0,236	1,80	1,62	0,206	2,29
Corte 3.º	4,08	0,252	1,60	1,42	0,142	1,98
Corte 4.º	4,25	0,299	1,98	1,36	0,175	2,01
Corte 5.º	4,36	0,298	1,64	1,59	0,227	2,86
Corte 6.º	4,03	0,298	1,74	1,87	0,259	2,34
Media anual	4,19	0,259	1,73	1,60	0,193	2,17

Como era de esperar, el contenido de nitrógeno en hoja supera en todos los cortes al del tallo. Los valores medios anuales son similares tanto para hoja como para tallo.

En todos los casos, el contenido de fósforo en hoja es superior al del tallo. Las cifras medias anuales son superiores en el segundo año para ambas partes de la planta.

En el primer año de cultivo el contenido de fósforo en hoja se mantiene prácticamente constante. En el segundo año se observa un progresivo enriquecimiento hasta el cuarto corte; a partir de este momento se mantiene constante. En el caso del tallo se aprecia en el primer año, segundo corte, un aumento del orden de 50 %, manteniéndose luego el contenido constante; en el segundo año el nivel de fósforo en el segundo corte es un 40 % superior al del primero; en el tercer muestreo se tiene un contenido similar al del primero, que posteriormente aumenta de manera progresiva.

Teniendo en cuenta los datos dados a conocer por CHAPMAN (1967), el valor medio anual de fósforo en hoja en el primer año es inferior al señalado por dicho autor como bajo contenido (0,22 %), mientras que en el segundo año es superior al nivel que este investigador da como intermedio (0,23 %). Por lo que respecta al tallo, la media del primer año, aunque supera el valor indicado como bajo (0,12 %), no llega al intermedio (0,19 %), valor que, sin embargo, se alcanza en el segundo año de cultivo.

Los niveles de fósforo tanto en hoja como en tallo encontrados por GUEGUEN (1959), son superiores a los obtenidos por nosotros en los dos primeros años de cultivo.

Contrariamente a lo que sucede con el nitrógeno y fósforo, el contenido de potasio en el tallo es siempre superior al de la hoja, y el nivel medio anual es en ambas partes de la planta más elevado en el primer año.

En este primer año de cultivo el contenido de potasio en hoja del primer corte es el más bajo de los cuatro realizados, mientras que el tallo presenta el más elevado. En el segundo año, estos hechos se reproducen en hoja, si se tiene en cuenta la época y no el número de corte; en el tallo por el contrario no se reproduce el fenómeno observado en el primer año, ni teniendo en cuenta la época ni el número de corte.

El contenido de potasio tanto en hoja como en tallo, supera con mucho en estos dos primeros años de cultivo a los valores dados

a conocer por CHAPMAN (1967) como intermedios (0,83 % y 0,91 % respectivamente), y a las medias anuales (1,23 y 1,29) que se obtienen de los resultados presentados por GUEGUEN (1959).

De lo dicho anteriormente se puede deducir que en estos dos primeros años de cultivo la alfalfa muestra una leve deficiencia de fósforo y un exceso de potasio.

d. *Contenido de Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn en hoja y tallo*

En el cuadro 4, se detallan los contenidos de los elementos citados a lo largo de los dos ciclos de explotación, en hoja y tallo. El Ca y Mg, se expresan en tanto por ciento y Fe, Cu, Mn, Zn en p. p. m., referidos siempre a materia seca.

CUADRO 4.—*Contenido de Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn en alfalfa.*

	Ca.		Mg.		Fe.		Mn.		Cu.		Zn.	
	Hoja - Tallo		Hoja - Tallo		Hoja - Tallo		Hoja - Tallo		Hoja - Tallo		Hoja - Tallo	
Año 1969												
Corte 1.º	0,78	0,40	0,21	—	152	150	12	10	—	—	20	10
Corte 2.º	1,76	0,36	0,32	0,14	218	120	50	10	13	13	26	13
Corte 3.º	1,76	0,58	0,20	0,19	212	132	40	10	15	13	22	12
Corte 4.º	1,72	0,92	0,24	0,22	218	198	45	18	13	13	24	19
Media anual	1,50	0,56	0,24	0,18	200	150	36	12	13	13	23	13
Año 1970												
Corte 1.º	2,77	0,92	0,29	0,25	296	224	40	10	13	8	20	15
Corte 2.º	2,12	0,84	0,29	0,25	212	136	40	10	13	13	28	19
Corte 3.º	2,12	0,52	0,26	0,19	204	124	40	4	13	13	27	18
Corte 4.º	2,08	0,44	0,28	0,17	252	128	40	4	13	13	29	14
Corte 5.º	2,50	1,00	0,32	0,28	236	152	44	10	13	13	26	18
Corte 6.º	1,56	0,86	0,25	0,26	268	236	32	14	17	13	28	21
Media anual	2,19	0,76	0,28	0,23	244	166	39	8	13	13	26	17

Los contenidos de calcio, magnesio, hierro, manganeso y zinc son siempre superiores en hoja, mientras que el cobre se encuentra a la misma concentración en tallo y hoja.

El calcio en hoja presenta la cifra más baja (0,78 %) en el primer corte realizado en julio del primer año, mientras que el mismo corte en el segundo año, llevado a cabo en mayo, ofrece el valor más elevado (2,77 %); en el tallo, prácticamente, sucede lo mismo,

ya que el contenido (0,40 %) correspondiente al primer corte del primer año es muy próximo al mínimo encontrado (0,36), y en el segundo año el contenido (0,92 %) de aquel corte se halla cercano al máximo observado (1 %).

Si se tienen en cuenta los resultados (0,26 % y 0,77 % en hoja y tallo) dados a conocer por GUEGUEN (1959), el contenido de calcio, en nuestro caso, es muy bajo en el primer año, y aunque en el segundo el contenido medio anual ha aumentado, nos encontramos bastante alejados de los valores dados a conocer por el investigador citado. A pesar de ello, no creemos que a este respecto se puede hablar de una deficiencia de calcio, dada la naturaleza de los suelos en que está asentado el cultivo. Efectivamente, si se tienen en cuenta los valores señalados para hoja por CHAPMAN (1967), como bajo (1,70 %) e intermedio (> 2 %) se observa que en el segundo año de cultivo estamos por encima de este último valor.

Por lo que respecta a magnesio no se puede establecer ninguna relación entre contenido y ciclos de explotación; únicamente podemos señalar que las cifras medias anuales son muy superiores a las dadas por GUEGUEN (0,17 % y 0,11 % en hoja y tallo), pero muy próximas a las que da CHAPMAN, 1967 (0,24 % en hoja).

Con respecto a los microelementos hierro, manganeso, cobre y zinc, las medias anuales obtenidas manifiestan pequeñas diferencias, excepto en el caso del hierro en hoja; esta excepción es debida, sin duda alguna, al valor tan bajo que aparece en el primer corte del primer año. De todos ellos es el cobre el que tiene una mayor constancia en estos dos años que se consideran, ya que los contenidos fluctúan entre 13 y 17 p. p. m. en hoja y 8 y 13 en tallo. Por el contrario, el hierro (252-296 p. p. m. en hoja y 120-236 p. p. m. en tallo) es el que presenta mayor fluctuación. El contenido de manganeso oscila entre 12 y 50 p. p. m. en hoja y de 4-18 en tallo. Por último, el zinc da valores comprendidos entre 20 y 29 p. p. m. (hoja) y 10-21 p. p. m. (tallo).

RESUMEN

Se presentan los datos obtenidos, acerca de la composición de la alfalfa correspondientes a los dos primeros años de cultivo.

Se consideran los valores de: relación hoja/tallo, materia seca, cenizas, fibra bruta, macro (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn).

La relación hoja/tallo es dependiente en algunos cortes del modo de expresión de los resultados (sobre materia seca o sobre materia verde).

Parece existir una estrecha relación entre el contenido de materia seca y las condiciones climáticas de la época de recogida.

El contenido de minerales totales es siempre superior en hoja, mientras que, como era de esperar, el de fibra bruta es superior en tallo.

De todos los macroelementos únicamente el potasio se encuentra en mayor cantidad en el tallo; de los microelementos solamente el cobre evidencia niveles similares en hoja y tallo, en tanto que Fe, Mn y Zn se encuentran en más alta proporción en hoja.

REFERENCIAS

- ALLEN, A. A.; WORTHINGTON, R. E.; GOULD, N. R.; JACOBSON, N. L. and FREEMAN, A. E.
1961 Diurnal Variation in Composition of Alfalfa. *Agric. Food Chem.*, **9** (5): 406.
- BEESON, K. C.
1953 Rapport on copper and cobalt in plants. *J. Ass. Offic. Agr. Chem.*, **36**: 405-411.
- BROWNE, C. A.
1938 Some relationships of soil to Plant and Animal Nutrition. *Soil and Men. Yearbook of Agriculture*: 777-806.
- CHAPMAN, H. D.
1966 Diagnostic criteria for Plant and Soils. Univ. California. Div. Agric. Sci. Berkeley (Calif.).
1967 Plant Analysis Values Suggestion of Nutrient status of selected Crops. *Soil Testing and Plant Analysis* (Part II). Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Pub. Madison, USA. 77-92.
- GUÉGUEN, L.
1959 Étude de la composition minérale de quelques espèces fourragères. Influence du state de développement et du cycle de végétation. *Ann. Zootech.* **8** (3): 245.

Influencia de la temperatura en la germinación de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*)

por A. SILVAN, J. M. LASA y A. GALAN

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Recibido el 10 - V - 72

S U M M A R Y

A. SILVAN, J. M. LASA y A. GALÁN. — The influence of Temperature on germination of sugar-beets (*Beta vulgaris*). *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 366-376.

The results obtained in several laboratory trials about germination in sugar beets are detailed, at temperatures of 5, 10 and 20 degrees C, using three varieties with different degrees of ploidy.

These results show clearly that diploids germinate much more easily than tetraploids in a temperature of 5 degrees C, and this can result in serious disequilibriums not only in the composition of anisoploids in the case of early sowing, but also in the obtention of seeds from these varieties.

The temperature of 10 degrees C does not have a significant effect on these compositions.

INTRODUCCION

La precocidad de desarrollo de la remolacha depende no sólo de la variedad, sino de la posibilidad de germinación y crecimiento de las plantas a bajas temperaturas, lo que tiene interés conocer, no sólo para los cultivos de primavera, sino para la remolacha sembrada en otoño, cuando se presenten temperaturas bajas en esta estación.

En general, desde las siembras hasta la nascencia pasan de diez a treinta días, plazo que se alarga cuando las condiciones

climatológicas son desfavorables, como ha ocurrido en la primavera de 1971, en Castilla, y en el otoño del mismo año, en Andalucía Occidental.

Por otra parte el empleo de las modernas variedades poliploides puede determinar exigencias de condiciones algo distintas en la germinación y en los primeros estados de desarrollo, lo que creemos interesante conocer.

SCHLÖSSER en 1958 y algo más tarde (1963) SNYDER, efectuaron estudios sobre la velocidad de germinación (energía) y la facultad germinativa a baja temperatura, observando que estos caracteres eran hereditarios y que se observaba diferente comportamiento según el nivel de ploidia de las variedades ensayadas.

Las condiciones de nascencia en el campo están influenciadas también por diversos factores del clima y del suelo como señala CHRISTMANNT (1972) y puede no existir una correlación con la germinación en laboratorio, aunque es indudable que una alta facultad germinativa, es especialmente interesante cuando se reduce el número de gérmenes por 100 glomérulos, como sucede con las variedades anisoploides y aun más con las monogérmenes.

El trabajo que iniciamos en la Estación Experimental de Aula Dei, tiene por finalidad conocer la influencia de la temperatura en la germinación de semillas de distinto nivel de ploidía, que pudieran tener consecuencias prácticas al utilizar semillas poliploides en distintas condiciones de cultivo.

MATERIAL Y METODOS

Para este trabajo se han utilizado tres variedades seleccionadas en la Estación de Aula Dei:

Var. AD - 36 (diploide)	V ₁
" AD - 842 (tetraploide)	V ₃
" ADA - Silvanya Poly (anisoploide) ...	V ₂

Las dos primeras eran los componentes di y tetraploides de la variedad comercial ADA-Silvanya Poly (anisoploide). Esto permitía estudiar los posibles efectos de la herencia en esta variedad.

Con la semilla homogeneizada se hizo una división mecánica para conseguir muestras iguales. En la variedad anisoploide V_2 se efectuó previamente un control citológico que dio los resultados siguientes en cuanto a su composición:

2n	30,5 %
3n	48,4 %
4n	21,1 %

Esta variedad y los componentes di y tetraploides son del tipo N sin resistencia a espigado en siembra de otoño, lo que se ha comprobado en ensayos establecidos en Andalucía.

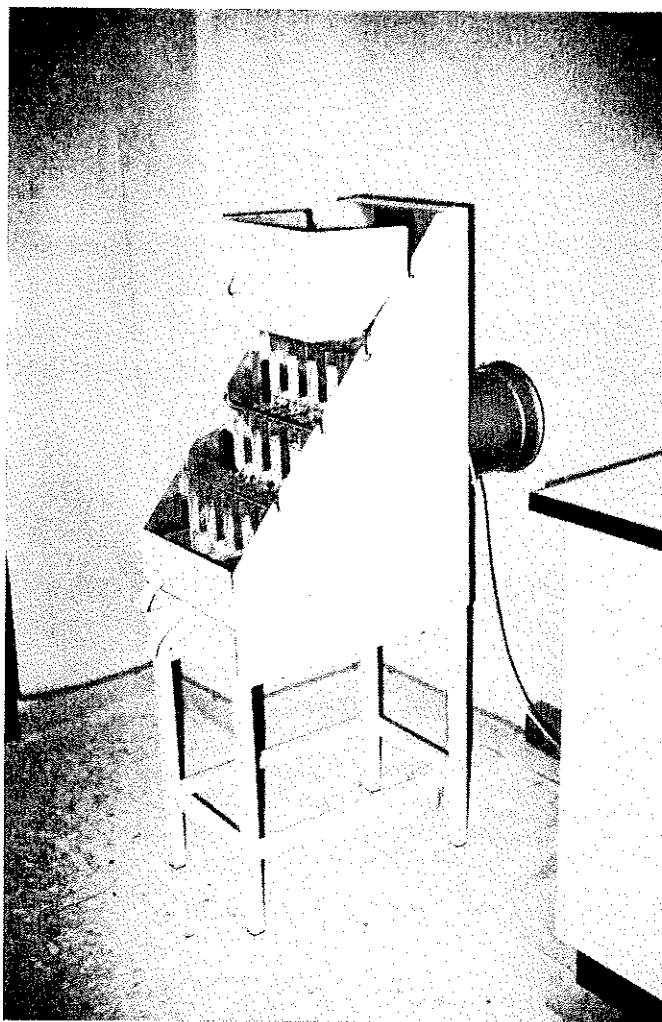


FIG. 1. Divisor de muestras Kleinwanzleben.

Para el trabajo se operó con la semilla de la forma siguiente:

1. Obtención de una muestra compuesta de cada variedad de semilla pura, calibre > 3 mm. y del tamaño suficiente para la realización completa del ensayo.
2. Fraccionamiento de dicha muestra mediante cribas de orificios circulares en 3 grupos, de los calibres siguientes:

Calibre 1	...	...	...	3,0 mm. $< \varnothing < 4,0$ mm.
"	2	...	...	4,0 mm. $< \varnothing < 5,0$ mm.
"	3	...	...	5,0 mm. $< \varnothing$

con determinación del % en peso de la semilla de cada calibre.

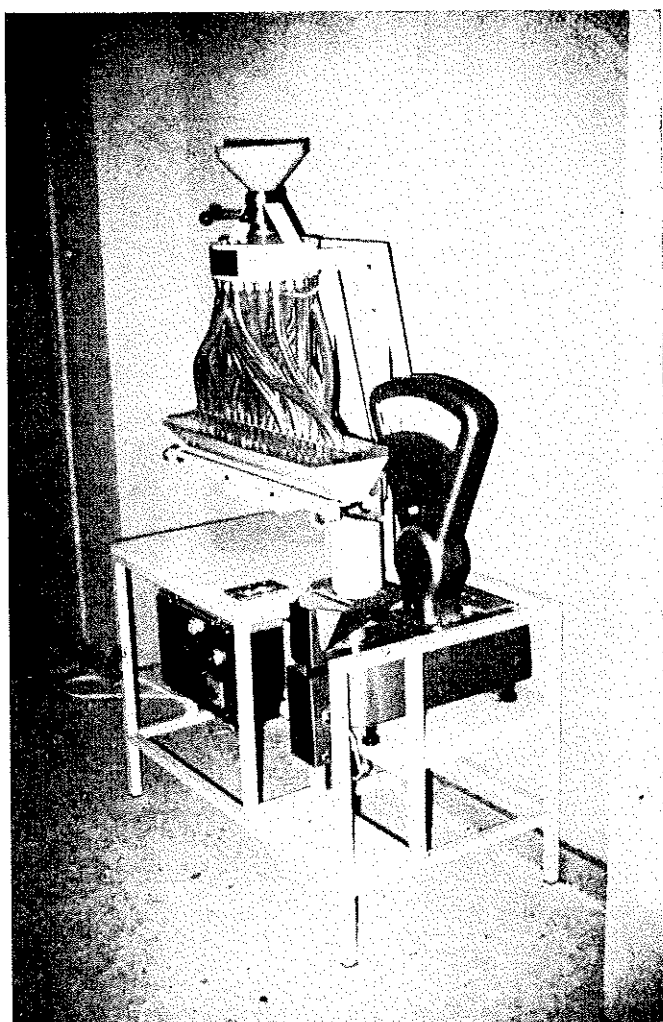


FIG. 2. Divisor-balanza Kleinwanzleben

3. Cálculo de los porcentajes en peso en que, para cada variedad, intervienen las semillas de cada calibre.
4. A partir del número de glomérulos contados en 20 gr., determinación de los que entran por gramo en cada fracción. Para una mayor garantía en cuanto a representatividad de las muestras, se ha empleado en dicha operación un divisor y un divisor-balanza desarrollados por la Casa Kleinwanzleben (figuras 1 y 2).
5. Cálculo del número de glomérulos de cada tamaño, presentes en 100 glomérulos de cada variedad.
6. Obtención de muestras representativas de 100 semillas por variedad.

Los resultados de estos cálculos se detallan en el cuadro 1.

CUADRO 1.—*Obtención de la muestra.*

Var.	Calibre	gr.	%	N.º gl./gr.	N.º gl./gr. Var.	gl./100	
						Teor.	Util.
V ₁	1	437,8	29,28	108,60	67,81	46,49	47
V ₁	1	798,3	53,40	56,68		44,64	45
V ₁	1	258,9	17,32	33,18		8,47	8
		1.495,0					
V ₂	2	268,8	16,64	95,18	45,71	34,65	35
V ₂	2	757,7	46,89	43,69		44,82	45
V ₂	2	589,3	36,47	25,74		20,54	20
		1.615,8					
V ₃	3	50,4	6,78	120,75	41,35	19,80	20
V ₃	3	270,3	36,34	50,77		44,62	45
V ₃	3	423,1	56,88	25,87		35,59	35
		743,8					

Se fijaron como temperaturas del ensayo (T_1 , T_2 y T_3) las de 5°, 10° y 20 °C. Con las muestras obtenidas se planteó el ensayo considerando como variantes todas las combinaciones posibles entre variedades y temperaturas. La germinación se hizo en dos medios distintos, papel de filtro plegado y arena estéril; el primero humedecido con 40 c.c. de agua por el peso de 20 gramos de papel, y los segundos con 65 c.c. de agua por los 450 gr. de arena (figu-

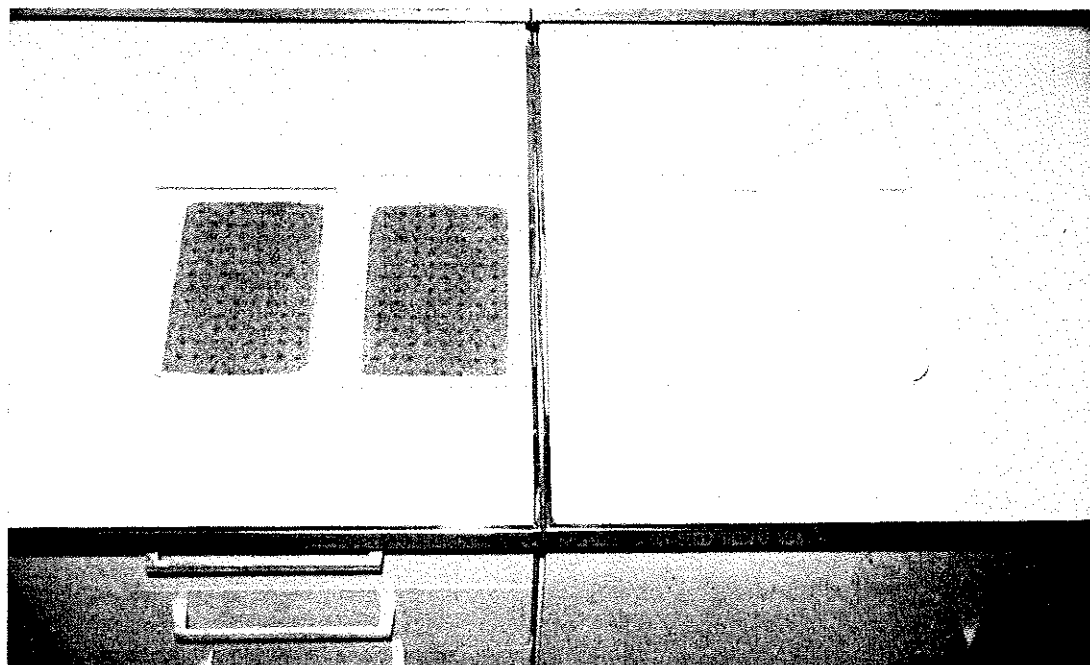


FIG. 3

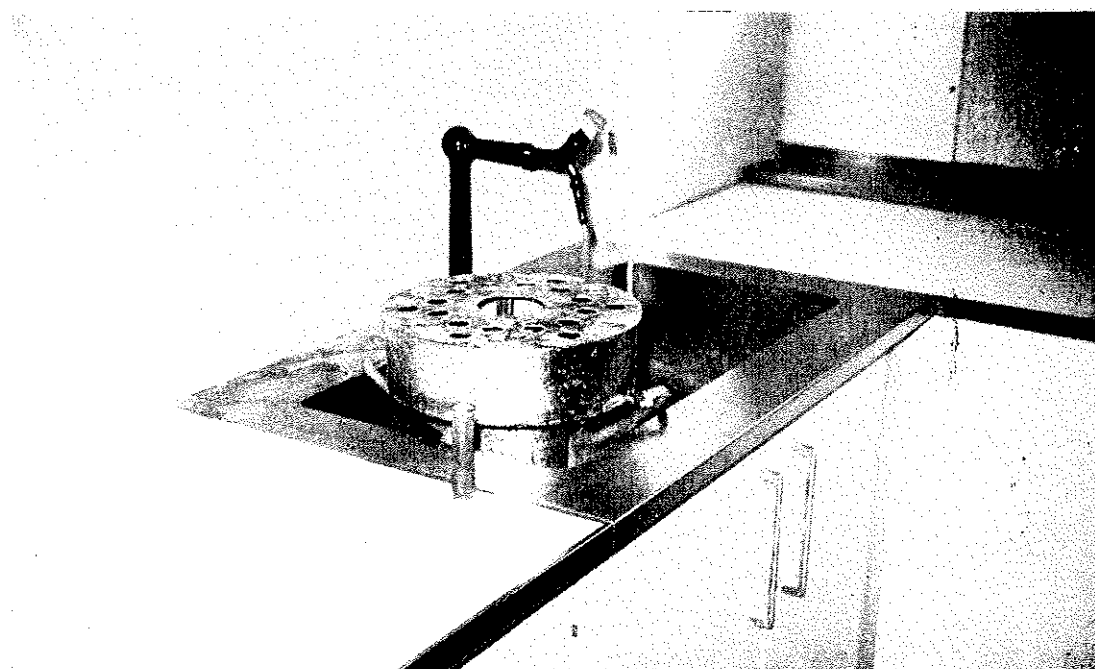


FIG. 4

ra 3). Se utilizaron cuatro placas de cada variedad y 100 glomérulos por placa.

Las muestras de semilla se lavaron con agua corriente durante dos horas y media antes de ponerlas en germinador, utilizando una lavadora con vaciado intermitente (figura 4) desarrollada por "AIMCRA". La semilla escurrida se puso en las placas que se situaron en cámara de germinación a las tres temperaturas indicadas. Termohigrógrafos colocados en las cámaras permitían tener el control de temperaturas y humedad durante todo el tiempo del ensayo.

Los conteos de germinación se hicieron a los 14 días, escalonándolos para facilidad del trabajo, ya que hubo que manipular con 432 muestras, la mitad en arena y la otra mitad sobre papel de filtro y determinando además del número de glomérulos germinados, el número de gérmenes por 100 glomérulos.

El diseño estadístico fue el de bloques al azar con tres variantes y seis repeticiones, considerándose separadamente cada variedad.

OBSERVACIONES Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

En el cuadro 2 se detallan los resultados parciales de la totalidad del ensayo.

Como se ha dicho anteriormente, el análisis estadístico se efectuó dentro de cada variedad y sus resultados han sido los siguientes:

Facultad germinativa

V_1	:	$F_c = 35,035$	$F_t. 0,1 \% = 14,91$
		$C_v = 2,49 \%$	
m.p.d.s.	0,1 %	= 5,5	
"	1 %	= 3,8	
V_2	:	$F_c = 65,556$	$F_t. 0,1 \% = 14,91$
		$C_v = 2,53 \%$	

m.p.d.s.	0,1 % =	5,1	
"	1 % =	3,5	
V_3	:	Fc = 169,600	Ft. 0,1 % = 14,91
		Cv = 9,71 %	
m.p.d.s.	0,1 % =	15,2	
"	1 % =	10,5	

Número de gérmenes

V_1	:	Fc = 103,54	Ft. 0,1 % = 14,91
		Cv = 3,97 %	
m.p.d.s.	0,1 % =	16	
"	1 % =	11	
V_2	:	Fc = 94,238	Ft. 0,1 % = 14,91
		Cv = 3,78 %	
m.p.d.s.	0,1 % =	12	
"	1 % =	8	
V_3	:	Fc = 205,49	Ft. 0,1 % = 14,91
		Cv = 10,87 %	
m.p.d.s.	0,1 % =	26	
"	1 % =	18	

DISCUSION

De la observación detallada del cuadro 2 y de los resultados obtenidos en los análisis estadísticos, podemos llegar a la conclusión de que en estas tres variedades estudiadas separadamente:

1. Facultad germinativa:

— Entre los % obtenidos a 10° y 20 °C no existe diferencia significativa.

CUADRO 2. — *Resultados.*

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	Media
$V_1 T_3$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	80,6 164	84,2 159	84,1 165	85,0 175	88,6 177	92,1 199	85,8 173
$V_1 T_2$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	84,6 165	85,0 158	84,9 157	84,6 155	84,8 162	86,6 177	85,1 162
$V_1 T_1$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	76,1 120	76,6 121	74,1 126	78,1 120	78,0 128	78,0 135	76,8 125
$V_2 T_3$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	78,8 133	78,0 131	79,3 131	80,4 139	82,9 134	77,7 127	79,5 133
$V_2 T_2$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	80,5 134	80,1 127	80,4 128	81,9 130	83,3 136	82,6 129	81,5 131
$V_2 T_1$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	66,3 98	73,8 110	69,9 100	68,3 98	70,1 97	68,6 98	69,5 100
$V_3 T_3$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	81,6 150	78,0 135	80,9 143	81,8 136	75,4 134	73,5 120	78,5 136
$V_3 T_2$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	80,5 129	81,1 127	80,3 129	75,6 114	70,9 106	61,2 85	74,9 115
$V_3 T_1$ Facult. germinativ. Núm. gérmenes	25,1 27	37,2 42	18,0 20	19,3 20	18,3 20	25,7 27	23,9 26

— A 5° es significativamente inferior, con un nivel del 0,1 % a las de 10° y 20 °C.

— Esto se cumple en las tres variedades.

2. Número de gérmenes:

— En las tres variedades el número de gérmenes a 5 °C es significativamente inferior a los obtenidos a 10 °C y 20 °C, con un nivel del 0,1 %.

— El número de gérmenes a 10 °C es significativamente inferior al observado a 20 °C, con un nivel del 1 %, excepto en la V_2 .

Resulta paradójica, aunque no sea significativa, la facultad de germinación de la V_2 a 10 °C con respecto a la obtenida a 20 °C.

Observando las variedades en conjunto tal como se puede ver en el cuadro 3, se aprecia una diferencia muy marcada entre el tetraploide y el diploide que sería causa en caso de siembra temprana, de un desequilibrio muy grande en la composición del anisoploide, ya que sería desplazada hacia el $2n$ y $3n$.

Veamos con cifras lo que resultaría a 5° y 10° con un anisoploide teórico de composición ideal 25 — 50 — 25 (2n — 3n — 4n).

	20°	10°	5°
Diploide	25 %	24 %	30 %
Triploide	50 %	54 %	63 %
Tetraploide	25 %	22 %	7 %
	100 %	100 %	100 %

Otro caso que se puede presentar es el de siembras de élités para producción de semilla. Suponiendo una proporción teórica de diploides : tetraploides de 1 : 5,5 las proporciones cambian, en el caso de 10°C a 1 : 4,9 y en el de 5°C a 1 : 1,15, lo que nos daría lugar posteriormente a composiciones de anisoploides muy lejos de las cifras ideales.

CUADRO 3.— *Disminución según temperaturas.*

	5 - 10 °C	10 - 20 °C	5 - 20 °C
<i>Facultad de germinación:</i>			
V ₁	8,3	0,7	9,0
V ₂	12,0	—2,0	10,0
V ₃	51,0	3,6	54,6
<i>Número de gérmenes:</i>			
V ₁	37	11	48
V ₂	31	2	33
V ₃	89	21	110

Volviendo a los resultados del ensayo, al igual que las diferencias entre el 2n y el 4n han sido muy claras, no podemos decir lo mismo del comportamiento del anisoploide debido a los resultados un tanto confusos obtenidos, lo que nos induce a la realización de posteriores ensayos, y al uso de temperaturas intermedias entre los 5 y los 10 °C.

RESUMEN

Se detallan los resultados obtenidos en unos ensayos de laboratorio, sobre germinación, en remolacha azucarera, a temperaturas de 5°, 10° y 20 °C, con utilización de tres variedades de diferente grado de ploidia.

Los resultados obtenidos indican claramente una facilidad muy superior en el diploide que en el tetraploide para germinar a la temperatura de 5 °C, lo que puede ser causa de graves desequilibrios en la composición de los anisoploides en los casos de siembras tempranas, e igualmente en la obtención de semillas de estas variedades.

La temperatura de 10 °C no ejerce un efecto significativo sobre estas composiciones.

REFERENCIAS

A.I.M.C.R.A.

1970 Influencia del contenido de humedad en la germinación. Tomo III, 189.

CHRISTMANN, J.

1972 La vigueur germinative et la levée des semences de betterave sucrière. Hebea.

NEEB, O.

1971 Essais de germination des graines de betteraves sucrières selon la methode sur papier plié. Gottingen.

SEDMAYER, T. E.

Genetic Studies on speed of germination in sugar beets. Doctoral Dissertation. Department of Farm Crops Michigan State University. East Lansing.

SCHLOSSER, L. A.

1958 La germination de la betterave sucrière a basse temperature. XXI Congress I.I.R.B.

SNEYDER, F. W.

1963 Selection for speed of germination in sugar beet. *J. Am. Soc. Sugar Beet Tec.* 12-7.

SNEYDER, F. W. and DEXTER, S. T.

1963 Influence of inhibition in sugar beet fruits on speed of germination at 50 and 70 degrees Fahrenheit. *J. Am. Soc. Sugar Beet Tec.* 12-7.

Influencia de la temperatura en la época de floración de variedades de almendro

por M. C. TABUENCA, M. MUT y J. HERRERO

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Centro de Investigación y Desarrollo Agrario del Ebro, Zaragoza

Recibido el 29 - V - 1972

A B S T R A C T

TABUENCA, M. C.; MUT, M. y HERRERO, J., 1972. The effect of temperature on flowering date in almond varieties. *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 378-95.

In order to study the effects of temperature on flowering date, the correlation coefficients between average maximum, mean and minimum temperatures, during 10 day periods from the 1st of October to the end of March, and the flowering dates in 38 almond varieties were calculated.

In 8 of the 16 varieties studied in Palma de Mallorca the coefficients for the correlation of peak dates of flowering with the average minimum temperature are negative during October. Since the correlations are negative, this suggests that during October above average minimum temperatures have some effect in stimulating bud development in those varieties.

The periods in which the correlation coefficients are positive are very short for the most part of the 38 varieties studied; in accordance with their short chilling requirements. Under the conditions in which this work was carried out, only six varieties remained in winter rest after the 10th of December. The 38 varieties were classified into 5 groups of increasing chilling requirements.

Thereafter the correlation coefficients became negative, which suggests that an increase in temperature is favourable, since it promotes bud development. Heat requirements in the period preceding flowering differ according to varieties. The 38 varieties studied in this work were classified into 5 groups of increasing heat requirements.

So each almond variety has a determinate chilling requirement and a determinate heat need. Their flowering dates depend on the way in which these requirements have been fulfilled.

The varieties that have shown themselves to have early flowering dates are characterized by their low chilling and low heat requirements. Among those of late flowering dates, some have high chilling requirements and low heat needs while others, have low or medium chilling requirements and higher heat needs.

INTRODUCCION

La fecha de floración, en los árboles frutales de hoja caediza, está influenciada por las temperaturas, tanto del período de reposo invernal como de la época inmediatamente anterior a la misma. Las distintas variedades difieren en exigencias de frío durante el período de reposo, y también en necesidades de calor previas a la floración, y de cómo y cuándo han visto satisfechas estas exigencias depende principalmente la fecha de floración en distintos años y zonas.

En el presente trabajo se ha estudiado la correlación existente entre temperatura y época de floración de variedades de almendro en dos zonas españolas. Los datos de floración para la zona de Segorbe (Castellón) se han obtenido de ORERO (1971), y para la de Palma de Mallorca de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca (Memorias de 1958 a 1967).

MATERIAL Y METODOS

Las épocas de floración de variedades de almendro se han observado en dos zonas en las que el cultivo de la especie es tradicional: Palma de Mallorca y Castellón.

Los datos de floración de las 16 variedades que se estudian en Palma de Mallorca, en el período 1958-1967, proceden de una plantación regular, con 15 pies por variedad, a marco real de 7 metros, establecida en 1933 en la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca, y todas ellas pueden considerarse variedades locales. Las fechas de floración plena, en cada uno de los años, se indican en el cuadro 1. (Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca, 1958-1967).

Los datos de floración de las 22 variedades que se estudian en Castellón, en el período 1966-1971, proceden de una colección plantada en el invierno 1963-64, en "Masia de la Hoya", a 6 Km. de Segorbe, con el objetivo de observar, junto con variedades españolas de notable difusión, otras que, procedentes de distintos países, se han seleccionado por su calidad o floración tardía (Orero, 1971).

CUADRO 1. — *Floración plena en Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca (Memorias anuales 1958-1967 de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca).*

Variedad	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Alcina	—	—	—	20-II	26-II	14-II	28-II	25-II	18-II	15-II
Andreu	14-II	14-II	18-II	23-II	22-II	14-II	28-II	18-II	14-II	7-II
Chine	—	—	—	7-II	23-I	4-II	15-II	2-II	29-I	20-I
Durán	—	—	—	11-II	8-II	4-II	18-II	15-II	5-II	29-I
Jordi	—	—	—	—	—	7-II	17-II	10-II	5-II	24-I
Lluch	19-II	21-II	22-II	26-II	25-II	1-III	29-II	4-III	18-II	18-II
D'en Pons	5-II	25-I	1-II	10-II	7-II	7-II	22-II	8-II	7-II	29-I
Poteta	13-II	8-II	16-II	17-II	22-II	18-II	27-II	20-II	13-II	8-II
Pou de Felanitx	5-II	17-I	17-I	6-II	23-I	30-I	9-II	1-II	31-I	21-I
Rotjet	—	—	—	—	27-I	31-I	7-II	2-II	25-I	24-I
Sicilia	—	—	—	18-II	26-II	11-II	26-II	22-II	9-II	11-II
D'en Torres	7-II	23-I	28-I	8-II	29-I	4-II	17-II	8-II	29-I	31-I
D'en Totsol	16-II	22-II	19-II	20-II	28-II	14-II	20-II	22-II	13-II	11-II
Verdereta	8-II	28-I	27-I	8-II	7-II	7-II	18-II	8-II	2-II	28-II
Vinagrilla	15-II	—	16-II	20-II	1-III	23-II	27-II	22-II	14-II	16-II
Vivot	—	—	—	—	19-II	11-II	25-II	10-II	8-II	4-II

Las fechas de floración plena en cada uno de los años se indican en el cuadro 2.

Los datos de temperatura proceden, respectivamente, de las estaciones meteorológicas de Son San Juan (Palma de Mallorca) y Segorbe (Castellón), y se han recogido en los cuadros 3 y 4. El número de horas bajo 7 °C se ha calculado a partir de las temperaturas medias siguiendo las indicaciones establecidas por MOTA (1957).

Con el fin de llegar a conocer la influencia de la temperatura sobre la época de floración se han calculado los coeficientes de correlación entre las temperaturas máximas, mínimas y medias, de determinados períodos de tiempo, y las fechas de floración plena de las distintas variedades. Se han considerado períodos de tiempo de 10 días, a partir de primero de octubre hasta la fecha de floración, y al estudiar los coeficientes de correlación se tomaron temperaturas medias tanto de estos períodos como de otros mayores, formados al agrupar dos o más de aquéllos, hasta completar el período total. Esto dio origen a calcular de 350 a 500 coeficientes de correlación por variedad, dependiendo de que su floración fuese más o menos temprana. Este cálculo se hizo mediante un equipo de proceso de datos tipo I.B.M. 360/40.

Para la interpretación de los coeficientes de correlación deben hacerse algunas consideraciones. Un coeficiente de correlación ne-

CUADRO 2.—*Fecha de floración plena en Masía de la Hoya, Segorbe (Castellón). (Orero, 1971).*

<i>Variedad</i>	<i>1966</i>	<i>1967</i>	<i>1968</i>	<i>1969</i>	<i>1970</i>	<i>1971</i>
Ai	15-II	3-III	15-III	16-III	25-II	19-III
Amargo	17-I	22-I	29-I	31-I	31-I	7-II
Desmayo	18-I	3-II	6-II	6-II	9-II	14-II
Desmayo Rojo	3-II	14-II	19-II	26-II	11-II	24-II
Drake	5-II	18-II	1-III	6-III	19-II	26-II
Filippo Ceo	—	—	6-III	8-III	22-II	3-III
Fourcouronne	5-II	21-II	21-II	23-II	17-II	—
Fournat	3-II	23-II	7-III	8-III	17-II	26-II
Marcona	1-II	14-II	19-II	25-II	11-II	26-II
Miagkoskolunem	—	—	16-III	16-III	25-II	6-III
Morskoi	—	3-III	18-III	20-III	6-III	19-III
Nec Plus Ultra	27-I	3-II	17-II	18-II	9-II	—
Non Pareil	5-II	15-II	9-II	26-II	17-II	3-III
Picantili	—	—	14-III	11-III	20-II	26-II
Princesa	22-I	13-II	1-III	3-III	12-II	—
Rachele	—	—	11-III	17-III	4-III	19-III
Rof	1-II	20-II	25-II	27-II	9-II	—
Tamarite 2	3-II	24-II	19-II	28-II	15-II	—
Texas	14-II	3-III	13-III	16-III	23-II	6-III
Trell	7-II	19-II	1-III	1-III	13-II	—
Verdiere	16-II	2-III	12-III	16-III	26-II	19-III
Yaltano	—	—	22-III	20-III	9-III	19-III

gativo, en una época determinada, indica que al haber un aumento de la temperatura disminuye el número de días hasta la floración y ésta es más temprana; por el contrario, si el coeficiente de correlación es positivo, indica que al aumentar la temperatura el número de días hasta floración también aumenta, retrasándose la misma como consecuencia; y puesto que los coeficientes de correlación expresan el grado en que los cambios de una variable están asociados con cambios en la otra, cuanto mayor sea la magnitud del coeficiente de correlación, y por tanto también cuanto mayor sea su nivel de significación, mayor será el grado de dependencia entre ambas variables.

Para una determinada variedad, la época en que los coeficientes de correlación son positivos y significativos coincide con su período de reposo, el cual se alarga al aumentar la temperatura. En la época en que los coeficientes de correlación son negativos y significativos, el período de reposo invernal, o bien no ha comenzado o bien ya ha finalizado, pues sólo entonces un incremento de las temperaturas trae como consecuencia su floración más temprana.

CUADRO 3.—Temperaturas máximas y mínimas medias (1958-1967) de la Estación Meteorológica de Son San Juan.

Mes	decena	temperatura	1958	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	Media
			1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967		
Octubre	1	máxima	—	24,4	24,4	24,4	24,3	27,3	23,5	27,2	25,9	26,2	25,3	
		mínima	—	15,0	15,1	14,0	15,8	15,9	12,0	17,8	16,6	17,9	15,6	
	2	máxima	—	23,1	23,3	20,5	24,1	23,6	24,0	21,9	23,9	22,8	23,0	
		mínima	—	11,6	12,3	9,5	13,8	15,6	10,7	12,6	14,1	14,4	12,7	
	3	máxima	—	19,5	21,3	20,9	23,1	22,4	22,7	18,9	23,5	20,9	21,5	
		mínima	—	10,5	9,8	12,4	11,5	13,0	11,2	10,2	15,0	12,4	11,8	
Noviembre	1	máxima	—	20,5	19,7	19,7	19,8	19,2	21,7	19,6	21,8	18,8	20,1	
		mínima	—	8,6	7,7	8,8	11,1	11,3	13,0	11,2	12,9	11,5	10,7	
	2	máxima	—	16,4	20,4	18,8	17,4	15,5	21,2	20,8	19,2	15,8	18,4	
		mínima	—	7,8	6,6	6,4	8,3	6,2	12,3	6,9	10,9	6,9	8,0	
	3	máxima	—	17,6	19,2	19,5	19,4	15,5	17,7	18,2	16,6	15,2	17,6	
		mínima	—	10,8	8,3	7,7	11,2	6,0	9,1	7,6	7,6	3,9	8,0	
Diciembre	1	máxima	—	17,3	17,8	15,8	17,9	15,7	17,8	16,4	16,4	15,2	16,7	
		mínima	—	9,0	6,0	4,9	8,0	2,9	8,4	6,5	9,5	6,8	6,9	
	2	máxima	—	16,8	16,2	12,5	16,7	14,4	13,1	14,8	17,0	16,7	15,3	
		mínima	—	11,0	3,4	2,7	3,5	6,4	5,2	8,3	6,6	5,8	5,9	
	3	máxima	—	16,1	19,9	13,0	16,8	12,4	13,8	13,2	15,5	15,6	15,1	
		mínima	—	6,2	8,3	3,5	8,3	4,9	6,0	5,5	7,9	4,0	6,1	
Enero	1	máxima	15,4	15,1	17,2	14,5	16,8	16,8	14,7	12,6	16,2	13,6	15,3	
		mínima	2,7	5,4	3,8	5,4	7,1	8,4	4,1	5,2	5,8	5,5	5,3	
	2	máxima	13,8	13,6	11,5	13,4	16,8	12,8	16,4	14,0	14,2	13,9	14,0	
		mínima	8,0	4,3	1,7	3,6	9,3	4,2	4,1	6,1	7,0	2,8	5,1	
	3	máxima	13,3	15,1	15,6	13,6	15,8	10,7	13,7	15,6	17,3	16,5	14,7	
		mínima	6,1	4,0	5,8	2,9	4,1	1,2	1,6	6,8	9,9	5,0	4,7	
Febrero	1	máxima	16,1	14,3	14,0	17,8	14,2	12,3	14,9	12,8	18,0	14,1	14,8	
		mínima	4,8	6,3	3,0	6,8	2,3	2,1	4,2	3,0	8,4	5,2	4,6	
	2	máxima	17,8	14,8	15,4	16,3	15,3	15,2	15,7	11,4	17,5	14,8	15,4	
		mínima	8,0	2,2	4,9	2,7	4,6	8,1	5,4	1,5	9,6	7,6	5,5	
	3	máxima	14,8	16,8	18,8	18,1	15,1	12,3	17,5	14,5	17,5	15,5	16,1	
		mínima	2,4	4,5	3,4	6,6	5,3	3,0	7,1	3,4	7,6	5,4	4,9	
Marzo	1	máxima	14,1	17,8	18,7	17,5	16,8	14,6	14,5	13,8	15,4	18,3	16,1	
		mínima	4,0	8,9	6,4	3,0	6,6	3,6	5,5	5,8	4,4	9,9	5,8	
	2	máxima	17,9	16,3	17,5	17,8	14,1	17,9	18,6	16,2	15,5	17,8	17,0	
		mínima	7,0	4,6	6,6	4,4	5,4	8,2	7,1	7,1	4,1	5,1	6,0	
	3	máxima	19,1	18,5	18,0	18,3	16,9	14,9	17,9	20,5	17,5	17,9	17,9	
		mínima	10,2	7,4	7,1	4,7	6,9	5,6	8,6	6,1	6,8	6,6	7,0	

Así, el signo que toma el coeficiente de correlación en distintas épocas, para cada una de las variedades, servirá de indicación de las exigencias en frío invernal y en calor, previas a la floración de las mismas.

CUADRO 4.—Temperaturas máximas y mínimas medias (1965-1971) de la Estación Meteorológica de Segorbe.

Mes	decena	temperatura	1965 1966	1966 1967	1967 1968	1968 1969	1969 1970	1970 1971	Media
Octubre	1	máxima	22,1	22,3	25,0	24,2	19,7	24,2	22,9
		mínima	11,8	14,4	14,5	15,0	14,1	14,0	14,0
	2	máxima	22,0	20,7	25,4	23,6	19,6	20,4	21,9
		mínima	12,0	11,9	14,5	15,3	12,9	12,1	13,1
	3	máxima	21,2	18,5	19,8	22,1	19,6	17,7	19,8
		mínima	10,6	8,5	12,3	14,3	11,1	7,3	10,7
Noviembre	1	máxima	20,6	13,8	15,7	17,0	18,4	20,6	17,7
		mínima	9,7	6,6	7,7	10,4	9,3	10,2	9,0
	2	máxima	17,6	14,6	17,0	16,4	14,5	17,5	16,3
		mínima	7,8	4,4	10,2	8,9	7,1	8,7	7,8
	3	máxima	15,4	14,0	13,5	15,4	10,1	16,8	14,2
		mínima	3,5	3,9	9,7	9,9	2,8	7,7	6,2
Diciembre	1	máxima	17,1	16,1	14,2	12,9	12,3	13,8	14,4
		mínima	7,4	6,2	5,9	9,3	4,3	4,1	6,2
	2	máxima	17,0	16,4	8,7	12,6	12,6	12,7	13,3
		mínima	5,9	5,2	-0,2	7,4	4,8	3,7	4,5
	3	máxima	16,9	16,5	13,0	13,9	10,8	7,4	13,1
		mínima	4,5	2,7	4,6	6,3	3,9	-1,2	3,5
Enero	1	máxima	15,3	14,1	14,4	9,3	11,9	10,1	12,5
		mínima	3,5	1,5	7,0	1,4	3,6	-0,6	2,7
	2	máxima	12,8	10,4	14,5	13,8	13,6	13,0	13,0
		mínima	4,9	1,2	4,7	6,2	6,3	4,6	4,6
	3	máxima	17,1	15,3	12,6	12,2	13,2	13,8	14,0
		mínima	6,0	4,5	3,5	5,5	5,8	5,9	5,2
Febrero	1	máxima	16,8	11,1	12,6	8,6	13,9	13,1	12,7
		mínima	7,2	2,5	4,3	1,2	6,3	3,0	4,1
	2	máxima	16,0	10,5	15,0	10,7	14,1	15,2	13,6
		mínima	8,0	3,4	6,3	1,8	5,4	5,4	5,0
	3	máxima	16,6	21,9	12,6	12,6	15,0	17,6	16,0
		mínima	5,6	7,9	4,6	4,5	6,6	5,8	5,8
Marzo	1	máxima	16,6	17,3	9,7	11,9	11,5	9,2	12,7
		mínima	4,2	7,1	2,6	5,7	2,4	0,3	3,7
	2	máxima	18,8	18,3	15,6	17,8	15,2	13,9	16,6
		mínima	5,1	6,8	5,0	10,5	4,4	4,6	6,1
	3	máxima	20,2	19,3	16,8	13,5	18,4	13,7	17,0
		mínima	6,1	6,8	7,3	4,8	5,7	5,1	6,0

RESULTADOS

Período previo a la entrada en reposo invernal

En algunos períodos comprendidos entre 1 de octubre y 10 de noviembre, los coeficientes de correlación entre fecha de floración plena y temperatura mínima, en 8 de las 16 variedades estudiadas en Palma de Mallorca, son negativos y significativos a distintos niveles; así ocurre para las variedades: Durán, Andreu (nivel 0,05), Chine y Alcina (nivel 0,1) en el período 1-31 de octubre; para Sicilia (nivel 0,05) y D'en Totsol (nivel 0,1) en el período 10-31 de octubre, y para Rotjet y Vivot (nivel 0,05) en el período 1 octubre-10 noviembre.

Con temperaturas medias son también negativos en el período 1-20 octubre en las variedades: Andreu y Vivot (nivel 0,05); y en el período 1-31 de octubre en Durán, Rotjet y Sicilia (nivel 0,1).

Las otras ocho variedades consideradas en Palma de Mallorca y las 22 estudiadas en Segorbe (Castellón) no tienen coeficientes de correlación negativos y significativos (nivel 0,1), entre floración y temperatura, en esta época del año, y algunas de ellas los tienen ya positivos y significativos a distintos niveles, poniéndose así de manifiesto que su período de reposo ha comenzado.

Estos hechos pueden interpretarse, o bien considerando que las variedades estudiadas en ambas localidades tienen características diferentes, o bien que las condiciones climáticas de Palma de Mallorca, temperaturas algo más altas, son más favorables que las de Segorbe para que las primeras fases de crecimiento de las yemas de flor se prolonguen en esta época previa a la entrada en reposo invernal, la que podría tener lugar en distintas fechas, según variedades y zonas.

Período de reposo invernal

El fin del período de reposo ha tenido lugar igualmente en distintas fechas según variedades, mostrando con ello sus mayores o menores exigencias en frío invernal, según se deduce de tener en cuenta cuál ha sido la última decena en que ha habido un coeficiente de correlación positivo y significativo y cuál ha sido la primera con coeficiente de correlación negativo y también significativo. Los niveles de significación considerados han sido 0,01 y 0,05,

según variedades, excepto en Poteta, en que sólo son significativos a nivel 0,1.

Las variedades menos exigentes en frío invernal, según estas consideraciones, son: Pou de Felanitx, D'en Torres, Verdereta, D'en Pons y Lluch, todas ellas variedades locales en Mallorca, pues parecen haber salido ya del reposo a final de noviembre, cuando como media de los años estudiados había habido 101 horas bajo 7 °C, oscilando según los años entre 38 y 146.

Entre las variedades locales de Palma de Mallorca se han clasificado como poco exigentes en frío: Rotjet, Chine, Jordi, Durán, Vivot, Andreu, Poteta, D'en Totsol y Sicilia, ya que mostraron, alguno de los años, retraso en floración achacable a falta de frío invernal, cuando el número de horas bajo 7 °C acumuladas hasta el 10 de diciembre alcanzó una media de 151 horas, oscilando entre 75 y 211 según los años. Además los coeficientes de correlación fueron negativos y significativos (niveles 0,01 y 0,05 según variedades) a partir de la segunda decena de diciembre.

De las 22 variedades existentes en la colección ubicada en Segorbe, 14 tienen unas exigencias de frío similares a las anteriores. Son las españolas: Amargo, Desmayo, Desmayo Rojo, Marcona, Princesa, Rof y Tamarite-2; las de procedencia francesa: Ai, Fourcouronne, Fournat y Verdiere; y las de procedencia norteamericana: Drake, Nec Plus Ultra y Non Pareil; todas ellas parece habían terminado su período de reposo a final de noviembre, habiéndose acumulado hasta entonces una media de 169 horas bajo 7 °C, oscilando según los años entre 116 y 253. En estas condiciones, en los años en que hizo menos frío hasta ese momento tuvieron ligeros retrasos en floración. En un trabajo anterior (TABUENCA, 1972) las necesidades de frío invernal de las variedades Desmayo y Desmayo Rojo se cifraban en unas 178 horas bajo 7 °C.

Algo más exigentes en frío que las variedades reunidas en los dos grupos anteriores parecen: la variedad española Trelle, la italiana Rachele, la rusa Morskoi y la norteamericana Texas, observadas en la colección de Segorbe, ya que habían salido del reposo después de la primera decena de diciembre, con 233 horas bajo 7 °C, como media, hasta esta fecha, y oscilando entre 172 y 309 según los años. Con estas condiciones climáticas hubo retraso en floración tras los inviernos más templados. Al cifrar las necesidades de frío

invernal en un estudio anterior (TABUENCA, 1972) Trell mostró unas exigencias de unas 219 horas bajo 7 °C, y Texas de unas 284.

Dos de las variedades observadas en la Estación Experimental de Palma de Mallorca: Alcina y Vinagrilla, y la variedad de procedencia italiana Filippo Ceo en la colección de Segorbe, parecen tener unas exigencias relativamente altas de frío invernal; las dos primeras salieron del reposo hacia el 20 de enero, habiéndose acumulado como media 408 horas bajo 7 °C (oscilando, según los años, entre 304 y 508), y mostraron algún retraso en la floración los años en que hubo menor número de horas bajo 7 °C hasta esa fecha. Filippo Ceo salió del reposo una decena antes, pero hasta entonces en Segorbe se habían acumulado una media de 483 horas bajo 7 °C (oscilando, según los años, entre 373 y 558). Filippo Ceo presentó también, como las variedades anteriormente citadas, retraso en floración tras los años más templados.

Las variedades con más altas exigencias de frío se encontraron entre las de la colección de Segorbe, y son: Picantili, de procedencia italiana, y Miagkoskolunem y Yaltano, de procedencia rusa. Estas tres variedades salieron del reposo, respectivamente, después de la segunda y tercera decena de enero y de la primera de febrero. Hasta la primera de dichas fechas se habían acumulado como media 561 horas bajo 7 °C (oscilando según los años entre 450 y 636); hasta fin de enero había habido 631 horas bajo 7 °C (oscilando entre 502 y 704), y hasta el 10 de febrero había habido una media de 713 horas bajo 7 °C (oscilando entre 550 y 798, según los años). Tanto Picantili como Migkoskolunem y Yaltano, mostraron retrasos en floración con respecto a los inviernos más fríos tras los inviernos más templados.

En el cuadro 6 se han agrupado las variedades estudiadas según sus exigencias de frío invernal.

Período comprendido entre el fin del reposo invernal y la floración

Las consideraciones anteriores han permitido establecer cinco grupos de variedades, atendiendo a sus necesidades de frío invernal, pero dentro de cada uno de estos grupos existen variedades con distintas exigencias de calor en la época inmediatamente anterior a la floración.

Para cifrar de alguna manera estas exigencias de calor, se ha contado número de días desde salida del reposo hasta floración

plena en cada una de las variedades, y se han tenido en cuenta las temperaturas habidas en esos días. La suma de temperaturas máximas y la suma de temperaturas mínimas de esos períodos de tiempo, han proporcionado dos integrales térmicas, que pueden dar una indicación de las mayores o menores exigencias de calor de las variedades, aun cuando se considera que las integrales así calculadas no son el mejor índice de las necesidades de calor (TABUENCA y HERRERO, 1966; TABUENCA, 1968; 1972; y JADROV, 1969).

Según las exigencias de calor se han hecho arbitrariamente cinco grupos de variedades. Los criterios que han servido para clasificarlas se indican en el cuadro 5.

CUADRO 5.— *Limites entre los que varía la suma de temperaturas máximas y la suma de temperaturas mínimas, desde salida del reposo hasta floración plena, en cada grupo de exigencias calor.*

<i>Exigencias calor</i>	<i>Suma temperaturas máximas</i>	<i>Suma temperaturas mínimas</i>
Muy pocas	470 - 572	152 - 202
Pocas	697 - 790	255 - 307
Medias	858 - 945	282 - 372
Altas	981 - 1.078	371 - 413
Muy altas	1.104 - 1.331	373 - 513

Las variedades con muy pocas exigencias de calor son: Alcina, Vinagrilla, Miagkoskolunem, Yaltano y Picantili; las dos primeras tienen exigencias altas de frío invernal y muy altas las otras tres.

Poco exigentes en calor son: Amargo, Rotjet y Chine, que tienen pocas necesidades de frío, y Filippo Ceo, que por el contrario, las tiene altas.

Exigencias medias de calor tienen: Pou Felanitx, de muy pocas necesidades de frío invernal; Desmayo, Jordi, Durán y Nec Plus Ultra, de pocas necesidades de frío; y Trell, de necesidades medias.

Exigencias elevadas de calor tienen: D'en Torres, Verdereta, D'en Pons, Vivot, Andreu, Poteta, D'en Totsol y Sicilia, observadas en Palma de Mallorca, de las cuales tienen muy pocas necesidades de frío invernal las tres primeras y pocas las restantes; y Marcona, Desmayo Rojo, Princesa, Rof, Non Pareil, Fourcourenne, Tamari-te-2 y Texas, observadas en Segorbe, todas de pocas necesidades de frío invernal excepto la última que tiene exigencias medias.

Entre las variedades con muy altas exigencias de calor están: Lluch, de muy pocas necesidades de frío; Drake, Fournat, Verdiere y Ai, de pocas exigencias de frío; y Rachele y Morskoi, de necesidades medias.

En el cuadro 6 se indican para cada variedad las exigencias de calor en este período.

CUADRO 6. — *Epoca de floración plena, media de los años que se indican, de las 16 variedades estudiadas en Palma de Mallorca y de las 22 observadas en Segorbe, con indicación de sus necesidades de frío durante el período de reposo invernal y de las exigencias de calor en el período previo a la floración.*

Exigencias frío	Variedad	Exigencias calor					Floración		
		muy pocas	pocas	medias	altas	muy altas	localidad	media años	fecha plena
muy pocas	Pou Felanitx			X			PM	1962-67	30-I
	D'en Torres				X		PM	1962-67	4-II
	Verdereta				X		PM	1962-67	7-II
	D'en Pons				X		PM	1962-67	8-II
	Lluch					X	PM	1962-67	25-II
pocas	Amargo		X				S	1966-70	26-I
	Rotjet (1)		X				PM	1962-67	30-I
	Chine (1)		X				PM	1962-67	31-I
	Desmayo			X			S	1966-70	2-II
	Jordi			X			PM	1962-67	6-II
	Duran (1)			X			PM	1962-67	8-II
	Nec Plus Ultra			X			S	1966-70	9-II
	Vivot (1)				X		PM	1962-67	13-II
	Marcona				X		S	1966-70	14-II
	Desmayo Rojo				X		S	1966-70	15-II
	Princesa				X		S	1966-70	15-II
	Rof				X		S	1966-70	16-II
	Non Pareil				X		S	1966-70	16-II
	Andréu (1)				X		S	1966-70	17-II
	Fourcournone				X		PM	1962-67	17-II
	Poteta				X		S	1966-70	17-II
	D'en Totsol (1)				X		PM	1962-67	18-II
	Sicilia (1)				X		PM	1962-67	18-II
	Tamarite-2				X		PM	1962-67	18-II
	Drake					X	S	1966-70	18-II
	Fournat					X	S	1966-70	21-II
	Verdiere					X	S	1966-70	23-II
	Ai					X	S	1968-71	11-III
							S	1968-71	12-III
medias	Trell			X			S	1966-70	19-II
	Texas				X		S	1966-70	7-III
	Rachele					X	S	1968-71	13-III
	Morskoi					X	S	1968-71	16-III
altas	Alcina (1)	X					PM	1962-67	21-II
	Vinagrilla	X					PM	1962-67	22-II
	Filippo Ceo		X				S	1968-71	3-III
muy altas (2)	Miagkoskolunem	X					S	1968-71	9-III
	Yaltano	X					S	1968-71	17-III
	Picantili	X					S	1968-71	3-III

- (1) Variedades en que la floración se adelanta tras un mes de octubre con temperaturas mínimas altas.
- (2) Las tres variedades de este grupo muestran entre sí notables diferencias en exigencias frío invernal, siendo la más exigente Yaltano, y la menos, Picantili.

Fechas de floración

En el cuadro 6 se recogen para cada variedad: la época de floración plena media de los años que se indican, la zona en que ha sido observada y el grupo en que, según sus necesidades de frío invernal y según sus exigencias de calor, se han clasificado; también se indica si adelanta la floración al aumentar las temperaturas mínimas de octubre.

En este cuadro se han ordenado las variedades dentro de cada grupo de necesidades de frío, según exigencias térmicas crecientes, teniendo en cuenta para ello la suma de temperaturas máximas, puesto que para la mayoría de las variedades la fecha de floración está más ligada en esta época a variaciones de temperatura máxima que a variaciones de temperatura mínima, ya que los coeficientes de correlación entre fecha de floración y temperatura máxima son los de mayor valor absoluto. No obstante, en algunas variedades de floración tardía, toman mayor valor absoluto los coeficientes de correlación entre fecha de floración y temperatura mínima.

Las variedades de floración temprana se caracterizan por sus pocas necesidades tanto de frío como de calor. Entre las de floración tardía unas tienen necesidades altas de frío y pocas de calor, y otras tienen exigencias escasas o medias de frío y altas de calor.

De las tres variedades que como media tienen la floración más tardía en Palma de Mallorca, Lluch tiene muy pocas necesidades de frío invernal, pero tiene unas exigencias de calor superiores a las de todas las otras variedades, y Alcina y Vinagrilla, que tienen altas necesidades de frío, tienen muy pocas de calor. Esto explica que Alcina y Vinagrilla retrasen su floración con respecto a Lluch en 1962, que es precisamente el año en que menos horas bajo 7 °C se habían acumulado hasta el 20 de enero, fecha en que, como media, estas dos variedades salen del reposo, mientras que el resto de los años ambas variedades florecen antes que Lluch.

Entre las variedades de floración tardía en Segorbe, Yaltano y Miagkoskolunem tienen muy altas exigencias de frío invernal, pero muy pocas de calor; Texas, Rachele y Morskoi tienen exigencias medias de frío y altas de calor la primera y muy altas las otras dos; por último, Verdiere y Ai tienen pocas necesidades de frío y muy altas de calor.

Verdiere y Ai florecen al mismo tiempo que Morskoi en 1967, año en que hasta la época en que esta última variedad sale del re-

posos es el más frío, pero son de floración más temprana otros años.

Las dos variedades de procedencia italiana, Filippo Ceo y Picantili, florecen como media en la misma fecha, pero Picantili adelanta la floración con respecto a la de Filippo Ceo los dos años más fríos y la retrasa los dos inviernos más templados; esto puede explicarse por las mayores exigencias de frío de Picantili con respecto a aquélla.

DISCUSION

De los resultados expuestos se deduce, que la temperatura de distintas épocas del año, tiene una marcada influencia en la fecha de floración de variedades de almendro.

Algunas de las variedades observadas en Palma de Mallorca, adelantan su floración por un aumento de las temperaturas mínimas y medias en octubre. Al no haberse estudiado la influencia de la temperatura de los meses anteriores, se desconoce si podría haber una acción similar, aunque en fechas más tempranas, para las otras variedades observadas en esta misma localidad o en las variedades consideradas en Segorbe, las cuales parecen haber entrado en reposo más pronto, puesto que tienen coeficientes de correlación positivos ya en el mes de octubre.

Gardner, Bradford y Hooker (1939) recogen las observaciones realizadas por Magness (1916), quien aprecia cómo una misma variedad de manzano, un año tenía ya los óvulos formados en el mes de noviembre, mientras que al año siguiente todavía no se había alcanzado dicho estado en diciembre; como consecuencia de esto la floración fue aproximadamente una semana más tardía que en el primero de los años, y comenta, que algunos factores que actúan a final de verano y durante el otoño, aceleran o retardan el desarrollo de las yemas de flor tanto como los que actúan en primavera.

FULFORD (1965) indica que las temperaturas pueden retrasar la diferenciación de las yemas de flor, de manera que en ocasiones el desarrollo sea incompleto antes de que las yemas entren en reposo; pero además considera que un período templado después de la diferenciación de las yemas de flor favorece el desarrollo de las mismas. JABLONSKIJ (1969), al estudiar la variación en materia seca de

las yemas de flor, en variedades de almendro, observa un período de rápido incremento en la época anterior al reposo. BROWN (1957), en un estudio de la influencia de la temperatura en la época de floración de albaricoquero, encuentra que las temperaturas favorables para el crecimiento, desde final de mayo hasta mitad de octubre, tienen un efecto estimulante en el desarrollo de las yemas de flor, promoviendo una floración más temprana al año siguiente. Los primeros signos de diferenciación de las yemas de flor en albaricoqueros son detectables a mitad de agosto y los distintos órganos continúan desarrollándose en las semanas siguientes, pudiéndose observar los pistilos bien formados y las anteras hacia mitad de octubre, y concluye diciendo que este tipo de desarrollo de las yemas debe de ser promovido por las temperaturas favorables para el crecimiento durante el final del verano.

La duración del período de reposo invernal es muy breve para la mayoría de las variedades de almendro; 14 de las 16 observadas en Palma de Mallorca y 18 de las 22 de la colección ubicada en Segorbe, salen del reposo, como media de los años estudiados, antes de comenzar la segunda decena de diciembre, y tras haberse acumulado un número de horas bajo 7°C inferior a 200 en la primera de las localidades, e inferior a 300 en la segunda.

Este hecho también se comprueba, en el estudio de las necesidades de frío invernal de variedades de almendro realizado en Zaragoza, donde de 68 variedades o clones tenidos por diferentes, solamente seis tuvieron necesidades de frío invernal superiores a 350 horas bajo 7°C , mientras que alguna de las variedades había salido ya del reposo invernal el 10 de noviembre de 1971 tras haber transcurrido sólo 90 horas por debajo de 7°C (TABUENCA, 1972).

BROWN (1952) y CROSSA-RAYNAUD (1955) consideran que el almendro tiene requerimientos de frío menores que los de otras especies de hoja caediza e indican que suelen ser inafectados aún por los inviernos más templados de California y Túnez.

Una vez que el árbol frutal ha satisfecho sus necesidades de frío invernal, se encuentra ya en disposición de que sus yemas de flor comiencen a crecer activamente si las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento; para ello basta con que las temperaturas diurnas sean moderadamente elevadas, aun cuando las temperaturas mínimas sean relativamente bajas (TABUENCA, 1972).

Las variedades con un período de reposo corto son capaces de

comenzar a crecer muy pronto, y si a pocas necesidades de frío invernal unen unas exigencias de calor moderadas, que se satisfacen con rapidez, florecen en fechas muy tempranas, y es lo que ocurre con gran número de variedades de almendro.

Conforme las exigencias de calor aumentan, para unas mismas necesidades de frío invernal, la floración es más tardía. Teóricamente las floraciones más tardías corresponderían a aquellas variedades que, siendo exigentes en frío invernal, fuesen también exigentes en calor, pero ninguna de las variedades aquí estudiadas cumple estas dos condiciones simultáneamente.

Las anteriores consideraciones permiten conocer cómo las temperaturas pueden determinar la más temprana o más tardía floración de las distintas variedades en diferentes años y zonas, dependiendo de las exigencias de las mismas en frío y en calor. El conocimiento de estas exigencias puede servir de referencia en un posible programa de hibridaciones, que tenga como objetivo obtener variedades de floración tardía, para zonas de unas determinadas condiciones climáticas.

RESUMEN

Se estudia la influencia de la temperatura en la época de floración de variedades de almendro, en dos colecciones ubicadas, respectivamente, en Palma de Mallorca y en Segorbe (Castellón). Para ello se han calculado los coeficientes de correlación entre temperaturas máximas, mínimas y medias, de determinados períodos de tiempo, comprendidos entre octubre y marzo, y las fechas de floración plena de las distintas variedades.

En 8 de las 16 variedades estudiadas en Palma de Mallorca, un aumento de las temperaturas mínimas durante el mes de octubre, repercute haciendo más pronta su floración. En el resto de las variedades no ocurre así.

Los períodos en que los coeficientes de correlación son positivos, es decir, que durante ellos un aumento de las temperaturas retrasa la época de floración, son breves para la mayoría de las 38 variedades, lo que demuestra la corta duración del período de reposo invernal de las mismas. En las condiciones en que se realiza este estudio

solamente seis variedades continúan en reposo invernal después de la primera decena de diciembre.

Según la mayor o menor duración de los períodos en que los coeficientes de correlación son positivos para las diferentes variedades, se han clasificado en cinco grupos que se consideran tienen distintas exigencias de frío invernal.

Y según el tiempo que transcurre desde que los coeficientes de correlación comienzan a ser negativos hasta la fecha de floración plena en cada variedad, se han clasificado en otros cinco grupos que se considera tienen distintas exigencias de calor previas a la floración.

De esta manera cada variedad queda definida por unas necesidades de frío invernal y unas exigencias de calor, y de cómo han sido satisfechas estas necesidades depende su época de floración en un año o localidad determinados.

Las variedades que se ha visto tienen floración temprana se caracterizan por sus pocas necesidades tanto de frío como de calor. Las de floración tardía, unas tienen necesidades altas de frío y pocas de calor, y a la inversa, otras tienen exigencias escasas o medias de frío y altas de calor.

AGRADECIMIENTOS

El origen del presente trabajo lo constituye el interés por el cultivo del almendro en Baleares, manifestado por D. Jaime Nosti, Director General de Agricultura cuando se inició el estudio. Dicho interés promovió la realización de trabajos utilizando datos recopilados en el pasado por distintos Organismos. Queremos agradecer a D. Luis Miró Granada, Subdirector General de la Producción Agrícola, el habernos facilitado las Memorias Anuales de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca, conteniendo datos de floración de variedades. Y a D. Salvador Sagra, Ingeniero Jefe de la Jefatura Agronómica de Baleares, por facilitarnos los datos de temperaturas diarias de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca y del Observatorio Meteorológico de Son San Juan.

También queremos expresar nuestro agradecimiento a D. Juan

Orero, Director de Viveros Domingo Orero, por facilitarnos los datos de floración de variedades de almendro en Segorbe (Castellón), y a D. Joaquín Catalá de Alemany, Jefe del Centro Meteorológico de Levante, por el envío de datos de temperaturas diarias correspondientes al Observatorio de Segorbe. El tratamiento de estos datos ha permitido ampliar el conocimiento sobre el efecto de la temperatura en la época de floración a las principales variedades españolas y a otras que procedentes de otros países se han seleccionado por su calidad o floración tardía.

Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento a la Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja por facilitar la utilización de su equipo de proceso de datos (I.B.M. 360/40).

REFERENCIAS

- BROWN, D. S.
1952 Climate in relation to deciduous fruit production in California. IV. Effect of the mild winter of 1950-51 on deciduous fruits in Northern California. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, **59**: 111-8.
1957 The rest period of apricot flower buds as described by a regression of time of bloom on temperature. *Plant Physiol.*, **32**: 75-85.
- CROSSA-RAYNAUD, P.
1955 Effects des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers a feuilles caduques. *Ann. Serv. bot. agron. Tunis*, **28**: 1-22.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE PALMA DE MALLORCA.
1958-1967 Estudio de las variedades del almendro en Baleares. Memorias anuales (trabajos mecanografiados).
- FULFORD, R. M.
1965 Regular and irregular bearing in fruit plants. *Rep. E. Malling Res. Sta for 1964*: 71-82.
- GARDNER, V. R., BRADFORD, F. C. and HOOKER, H. D.
1939 The fundamentals of fruit production. McGraw Hill Book Company, New York: 788 pp.
- JABLONSKIJ, E. A.
1969 Experimental study of the relative activity of mean diurnal temperatures during the growth of almond fruit buds. *Bjull. gos. mikitsk. bot. Sada*, **1** (8): 55-9. En H. A. **41**: 240.
- JADROV, A. A.
1969 Method of determining the reaction of hybrid almond seedlings to thermal factors. *Trudy gos mikit bot. Sada*, **40**: 243-4. En H. A. **40**: 7744.
- MAGNESS, J. R.
1916 *Ore. Agr. Exp. Sta Bul.* **139** (citado por Gardner, Bradford and Hooker, 1939).
- MOTA, F. S.
1957 Os invernos de Pelotas, R. S., en relação as exigências das arvores frutíferas de folhas caducas. *Bol. tec. Inst. agron. Sul.*, **18**: 38 pp.

ORERO J.

- 1971 Observaciones sobre nuestra colección de almendros de floración tardía 1965-1971. Descripción de variedades: 22 pp.

TABUENCA, M. C.

- 1968 Influencia de la temperatura en la época de floración de seis variedades de peral. *An. Aula Dei*, **9**: 33-50.
- 1972 The effect of temperature on flowering date in cherry varieties. 2.º Convegno del Ciliegio, Verona 14-16 Giugno 1972 (en preparación).
- 1972 Necesidades de frío invernal en almendro. *An. Aula Dei*, **11**: 325-9.

TABUENCA, M. C. y HERRERO, J.

- 1966 Influencia de la temperatura en la época de floración de frutales. *An. Aula Dei*, **8**: 115-53.

Studies in the embryology of the family meliaceae. - IV. Fertilisation, endosperm and embryogeny of *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker (Syn. *Amoora rohituka* W. & A.) - A medicinal plant with a discussion on its taxonomic status and horticulture*

by **R. B. GHOSH

Department of Botany, Charuchandra College

Calcutta-29, India

ABSTRACT

R. B. GHOSH. — Studies in the embryology of the family meliaceae. - IV. Fertilisation, endosperm and embryogeny of *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker (Syn. *Amoora rohituka* W. & A.) - A medicinal plant with a discussion on its taxonomic status and horticulture *. *An. Aula Dei* **11** (3-4): 396-403.

The process of fertilisation and post-fertilisation stages have been explored in *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker. Triple fusion and syngamy has not been observed. Endosperm formation is autonomous. Nucellar polyembryony is dominant, a process by which seed formation in the species takes place. The placement of the taxon in the Rutaceae has been suggested on the basis of findings of embryogeny. The occurrence of nucellar mebriony will be a helpful tool to the horticulturists for raising 'nucellar seedlings'.

INTRODUCTION

The family Meliaceae is represented by 800 species and 50 genera distributed in tropical America (LAWRENCE, 1951). The embryological work carried out in the family till 1930 was reviewed by SCHNARF (1931). Since then the important contribution in the

* The paper presented herewith is a portion of the approved dissertation of D. Phil. degree in Botany of the Calcutta University.

** Present Address: Botanical Survey of India, Indian Botanic Garden, Sibpore, Sibpore, Howrah, W. B., India.

family was made by WIGER (1935) who studied 40 species spread over 13 genera. Of the Indian works mention may be made of GARUDAMMA (1956, 1957), NARAYANA (1958), NAIR and KUSUM KANTA (1961) and recently of GHOSH (1966).

The bark of the species referred to is used as an astringent. The ripe seeds yield an oil which is chiefly used as a stimulating liniment in rheumatism. The oil of the plant appears to be viscous, clear and yellow brown and such oil is also suitable for soap-making (ANON, 1948).

The present paper deals with the process of fertilisation, endosperm and embryo development in the taxon.

MATERIAL AND METHODS

The material for investigation was collected from the plants growing in the Indian Botanic Garden, Sibpore, Howrah, during the months of February-June, 1963-64. The post-fertilised buds were collected and all superficial parts of the buds trimmed and finally fixed in Formalin-Acetic-Alcohol. Usual methods of dehydration, infiltration and embedding were followed. Sections were cut at thickness between 12 μ -18 μ and stained in Heidenhains haematoxylin as well as destained in Picric Acid. Some slides were prepared using combined stains of Safranin and Fast green.

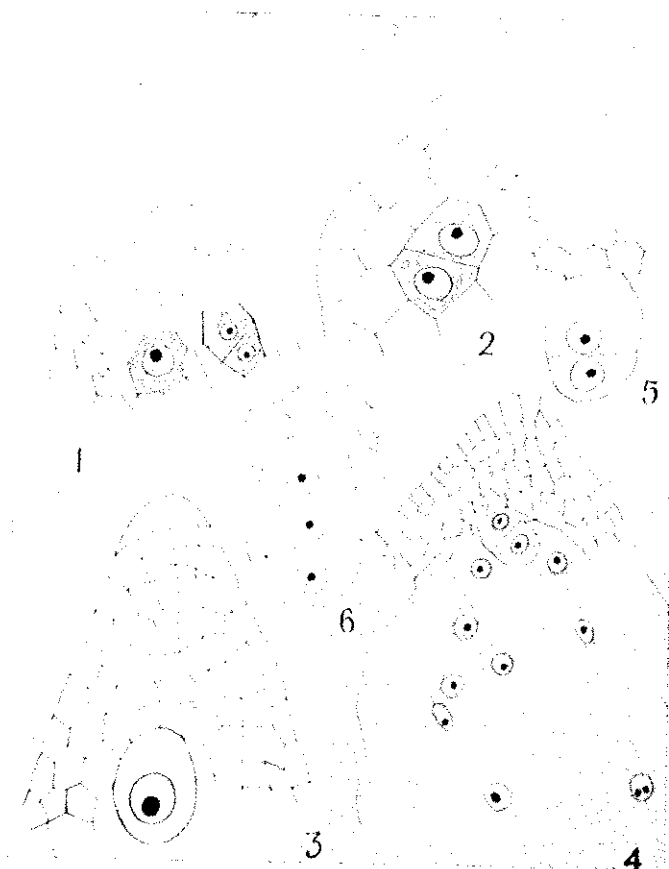
OBSERVATIONS

FERTILISATION AND ENDOSPERM

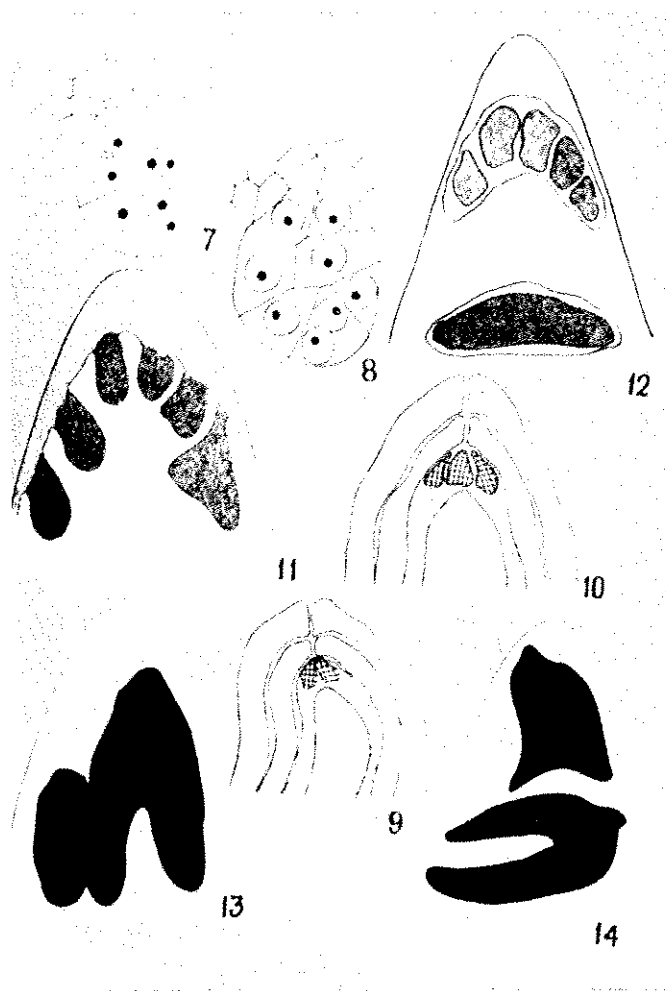
In none of the embryo-sacs examined the entry of the pollen tube was noted and egg apparatus as well as antipodals were found in disorganizing stage except some healthy endosperm nuclei in the sacs. It has been presumed by the author that endosperm development may be autonomous in the taxon as also observed by WIGER (1935) in *Melia* and other species of Meliaceae. The endosperm is free nuclear adequately when there is emergence of a two-celled nucellar pro-embryo near the micropyle (fig. 4).

NUCELLAR POLYEMBRYONY

Although there is lacking formation of sexual embryo in the species, yet the seed-setting device has been adopted by the plant by developing adventitious embryo or embryos from the nucellar cells of the ovules. Of the 300 ovules examined, it has been noted that 1, 2 or more cells from the cells of the nucellus abutting the micropyle are differentiated with deep-stained cytoplasm (fig. 1). These cells either divide obliquely or transversely when still inside the nucellus (figs. 1,2) or after being projected in the embryo sac assuming oval or oblong shape undergo division (figs. 3,5). The nucellar embryo divides primarily into two cells



Aphanamixis polystachya. FIGS. 1-6. — Fig. 1. Portion of nucellus showing two cells with deep-stained cytoplasm, one showing transverse division, x 1200. — Fig. 2. A bit of nucellar tissue showing oblique division, x 1800. — Fig. 3. Portion of nucellus showing enlarged nucellar cell protruded in the margin of the embryo sac, x 1800. — Fig. 4. Portion of mature embryo sac with a bit of nucellus showing 2-celled pro-embryo and free endosperm nuclei, x 1200. — Fig. 5. A 2-celled pro-embryo after first transverse division in the enlarged nucellar cell, x 1800. — Fig. 6. A 3-celled pro-embryo following next transverse division, x 1800.



Aphanamixis polystachya. FIGS. 7-14. Showing different developmental stages of the nucellar embryo and polyembryony, x 1200.

transversely followed by 3-celled stage after another periclinal division either in the lower half or upper half of the 2-celled embryo (figs. 5,6). Sometimes, 2-celled nucellar embryo undergoes two vertical divisions each on the upper and lower half forming quadrant configuration and simultaneously an oblique division takes place in one of the cells of the upper quadrant (fig. 7). After 3-celled stage of pro-embryo, the sequence of divisions are very irregular (fig. 8). Several embryos bud forth from the nucellar tissue (figs. 9,10,11). Fig. 12 shows a mature embryo embedded in the cellular endosperm and five small embryos. The seeds usually contain 2-6 embryos, the maximum number observed was six (figs. 9,11). As a rule, only one of these reaches maturity on ac-

count of mutual competition (fig. 13). It is also interesting to note that in one instance two fully developed embryos were also recorded in a seed (fig. 14).

DISCUSSION

The account of embryogeny so far revealed in the taxon is very irregular and does not either permit or is insufficient to permit any classification of embryonal types (MAHESHWARI, 1950; JOANSEN, 1950). The occurrence of nucellar polyembryony is a dominant feature rather than formation of any sexual embryo in the species, as pollination and fertilisation are not necessary though endosperm formation is autonomous as reported in *Melia* and other taxa of Meliaceae (WIGER, 1935). GARUDAMMA (1956) after having investigated embryogeny in *Azadirachta indica*, closely allied taxon of Meliaceae featured the development of embryo in 5th group of Megarchetype of the first period of Soueges classification but later on NAIR and KUSUM KANTA (1961) could not typify the embryo of the same taxon as described by GARUDAMMA (1956).

The origin of one additional embryo as recorded by GARUDAMMA (1956) in *Azadirachta* was undertermined but NAIR and KUSUM KANTA (1961) have been able to trace out the origin of additional embryo i.e. synergid embryo in the same taxon after re-investigation in contrast to nucellar polyembryony in *Aphanamixis polystachya* as recorded by the present author. The sequence of nucellar embryo development in the species under study somewhat simulates with the development of *Xanthoxylum oxyphyllum* (In Press), *Citrus* and *Murraya* (CHAKRAVORTY, 1935-1936), the members of Rutaceae closely beset with Meliaceae under Rutales (RENDLE, 1952).

Taxonomic status

The placement of the taxon referred to in the Meliaceae on the basis of polyembryony is more or less justified and as such the family has been placed in the order GERANIALES by BENTHAM and HOOKER (1862-1893), ENGLER and DIELS (1936) and LAWREN-

CE (1951), as most of the embers of the order show similar occurrence of polyembryony. The present author suggests a more close relationship of the taxon with the members of Rutaceae for showing similarity in the methods of formation of nucellar polyembryony and hence it may be placed in the family Rutaceae along with Meliaceae, Simaroubaceae and Burseraceae which are included in the order Rurales (RENDLE, 1952). The phyletic classification of the order Geraniales (LAWRENCE, 1951) and Rutales and Meliales of HUTCHISON (1959) may be reviewed exploring embryology of all the taxa by the present day embryologists.

Horticulture

The Gardeners as well as horticulturists are often fond of cultivating the plant investigated in the gardens as a medical preserve. Frequently, difficulty is encountered in its propagation through seed germination as because the species is apomictic. Sexually formed seeds are abortive leading to failure of germination. So, it is better to adopt means of propagation of the plant by air-layering and cuttings which give better progenies of the species. As raising of rootstocks of *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker is difficult from seeds, the gardeners, horticulturists, agriculturists as well as nurserymen and medical men interested in medicinal plants may rectify the situation for developing uniform clonal rootstocks, which may be secured from 'nucellar seedlings' raised from polyembryonic plants of the taxon as pre-nomenon of polyembryony is profusely met with.

RESUMEN

Se ha estudiado el proceso de fertilización y post-fertilización en *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker. No se ha encontrado triple fusión ni singamia. La formación del endospermo es autónoma. La poliembrionía nucelar es predominantemente el proceso por el que se realiza la formación de la semilla en esta planta. Se sugiere la colocación del taxon dentro de la familia de las Rutáceas, basándose en dos resultados embriogénicos obtenidos. La presencia de

embrionía nucelar, puede servir de ayuda para producir "plántulas nucleares" de esta especie, dada la dificultad de su propagación por semilla por ser especie apomíctica.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to record his deep sense of respect and gratitude to Prof. S. M. Sircar, Ph. D., F. N. A., Director, Bose Research Institute, Calcutta for his kind supervision and guidance during this investigation. He is thankful to Dr. S. K. Mitra, Principal, Charunchandra College, Calcutta-29 for providing laboratory facilities to complete the work. His thanks are also due to the Ministry of Education, Govt. of India for the award of a Man Power Scholarship.

LITERATURE CITED

- ANON
1948 The wealth of India, Vol. I. C.S.I.R. New Delhi, India.
- BENTHAM, G. and HOOKER, J. D.
1862-1893 *Genera Plantarum*, London.
- CHAKRAVORTY, R. S.
1935 Polyembryony in *Murraya Koenigii* Spreng. *Curr. Sci.* 3: 361-362.
1936 Nucellar polyembryony in the Rutaceae. *Curr. Sci.* 5: 202-203.
- ENGLER, A. and DIELS, L.
1936 *Syllabus der Pflanzenfamilien*, Berlin.
- GARUDAMMA, G. K.
1956 Studies in the Meliaceae. I. Development of embryo in *Azadirachta indica* A. Juss. *J. indian bot. soc.* 35: 222-25.
1957 Studies in the Meliaceae. II. Gametogenesis in *Melia azadirachta* Linn. 36: 227-31.
- GHOSH, R. B.
1966 Studies in the family Meliaceae. I. Development of the female gametophyte of *Aphanamixis polystachya* (Wall.) Parker *Beitr. Biol. Pflanzen* 42: 133-138.
- HUTCHINSON, J.
1959 *Families of Flowering Plants*. Vol. I. London.
- JOHANSEN
1950 *Plant Embryology*, Chronica Botanica, Mass., U.S.A.
- LAWRENCE, G. H. M.
1951 *Taxonomy of Vascular Plants*, New York, U.S.A.

MAHESHWARI, P.

1950 An introduction to the Embryology of Angiosperms. New York, U.S.A.

NARAYANA, L. L.

1958 Floral anatomy and embryology of *Cipadessa baccifera* Miq. *J. Indian bot. soc.* **37**: 147-154.

NAIR, N. C. and KUSUM KANTA

1961 Studies in Meliaceae. IV. Floral Morphology and embryology of *Azadirachta indica* A. Juss. A re-investigation. *J. Indian bot. soc.* **40**: 382-396.

RENDLE, A. B.

1952 The classification of Flowering Plants. Vol. II. Cambridge Uni. Press.

SCHNARF, K.

1931 Vergleichende Embryologie der Angiospermen, Berlin.

WIGER, J.

1935 Embryological studies in the Families Buxaceae, Meliaceae, Simarubaceae and Burseraceae. Diss. Lund.

