

POSIBILIDADES AGROCLIMATICAS PARA EL CULTIVO DEL PISTACHERO (*Pistacia vera* L.) EN LA ARGENTINA

E.A. DAMARIO y A.J. PASCALE¹ (ex aequo)

Recibido: 12-11-90

Aceptado: 21-04-91

RESUMEN

*Se analizan las posibilidades de cultivo del pistachero (*Pistacia vera* L.) en la Argentina sobre la base de los requerimientos biometeorológicos de la especie y las características agroclimáticas de sus regiones de origen y de difusión actual en el mundo. Se desarrolla una clasificación por tipos agroclimáticos considerando los cuatro valores índices que resumen las principales exigencias del pistachero: a) bajas temperaturas durante el descanso; b) estación vegetativa cálida y prolongada; c) ausencia de heladas en floración, y d) tiempo seco para la maduración de los frutos.*

Al aplicar esta clasificación a la Argentina, pudo limitarse una región comprendiendo el norte de la provincia de Mendoza y centro-sur de la de San Juan, cuyas condiciones agroclimáticas resultan las más adecuadas para intentar el cultivo de este frutal.

Palabras clave: pistachio, *Pistacia vera* L., exigencias biometeorológicas, características agroclimáticas, clasificación agroclimática.

AGROCLIMATIC AREAS FOR *Pistacia vera* L. CROPPING IN ARGENTINA

SUMMARY

*Possibility of cropping pistachio (*Pistacia vera* L.) in Argentina was evaluated by means of biometeorological requirements of the species, the agroclimatic characteristic of the regions of its origin and the present dispersion in the world.*

Classification through agroclimatic types were developed, considering four indexes that summarized pistachio relevant needs: a) low temperatures during rest period; b) warm and lasting vegetative period; c) non occurrence of frost during flowering, and d) dry weather conditions during fruit ripening.

*As a result of the present classification areas to the north of Mendoza province and to the south of San Juan province are delimited as suitable for *Pistacia vera* cropping.*

Key words: pistachio, *Pistacia vera* L., bioclimatic requirements, agroclimatic characteristics, agroclimatic classification.

¹ Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía. UBA. Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires. - Argentina -

INTRODUCCION

Hacia fines de la década del sesenta, la consulta de un empresario de nacionalidad armenia interesado en promover el pistachero en la Argentina, estimuló a los autores a realizar un estudio para investigar la posibilidad de cultivo de este frutal y ubicar el área más favorable para tal fin. La revisión bibliográfica realizada entonces y especialmente la correspondencia mantenida con el Dr. Lloyd E. Joley, técnico de la Estación Experimental de Chico en California, EE.UU. de Norte América, hicieron posible precisar las exigencias y tolerancias bioclimáticas de la especie y analizar las características climáticas de las áreas de origen y difusión mundial. Se utilizaron al efecto índices agroclimáticos simples, cuyo ordenamiento y jerarquización condujeron a una clasificación de tipos agroclimáticos mundiales que, aplicada al país, permitió limitar el área donde el cultivo podría prosperar y, dentro de ella, diferenciar las zonas con mayor aptitud productiva. Todo ello dio origen a un acabado informe que en ese tiempo no llegó a publicarse, aunque se utilizó parcialmente en un estudio similar (Arakelian, 1975).

El interés despertado recientemente por la introducción de especies vegetales foráneas, en especial aquellas capaces de medrar en regiones áridas y semiáridas, así como el conocimiento de la plantación incipiente de pistacheros en el área señalada como agroclimáticamente apta en el referido informe inédito, decidieron a procurar su publicación, previa actualización a la luz de los aportes aparecidos sobre el tema en los veinte años transcurridos.

El pistachero es un frutal de cultivo poco difundido en el mundo, probablemente a causa de sus rigurosas exigencias bioclimáticas, desarrolladas ancestralmente como una adaptación al clima de su región de origen cuyas características termohídricas son difíciles de encontrar reproducidas totalmente en el Hemisferio Sur. Similares dificultades se

han presentado para la introducción en la Argentina de otras especies del Hemisferio Norte, las que en parte pudieron salvarse mediante la ubicación geográfica más apropiada donde pudieran satisfacer el máximo posible de sus necesidades biológicas, por manejo adecuado del cultivo y, posteriormente, por la obtención de cultivares adaptados a las nuevas condiciones ecológicas.

Por tratarse de un frutal poco conocido, parece conveniente abrir este trabajo sobre el pistachero con una breve descripción de sus características biológicas (Bailey, 1943). El género *Pistacia* pertenece a la familia Anacardiaceae, comprendiendo unas 20 especies, de las cuales sólo *Pistacia Vera* L. es utilizada por sus frutos comestibles, mientras que alguna de las otras se usan como portainjertos (*P. lentiscus* L.; *P. terebinthus* L.; *P. atlántica* Desf.).

El género *Pistacia* es de origen remoto existiendo, según fósiles encontrados en la Isla Madera, desde antes de la Edad Terciaria (Evreinoff, 1957); *P. vera* se encuentra al estado silvestre en áreas del Turquestán Soviético, Irán, Turquía, Siria, Afganistán y Pakistán, consideradas como centros de origen por distintos autores (Khalifé, 1959); los frutos de las plantas de estos lugares fueron, sin duda, la fuente de su expansión al Mediterráneo.

El árbol alcanza y a veces supera los 8 m de altura, pero generalmente tiene un crecimiento menor (4-5m), con una ramificación decumbente. Tiene crecimiento lento pero es muy longevo, hasta 300 años, desarrollando un sistema radicular potente y profundo.

El color de la corteza es amarillo-rosado en las ramas del año y gris oscuro en las adultas. Se injerta bajo y como las ramas y ramitas son decumbentes, dan amplitud a la copa. Árbol de follaje caduco, tiene hojas compuestas, formadas por tres a cinco folíolos ovales.

El pistachero es una planta dioica de difícil diferenciación sexual hasta que comienza a florecer, con protandria más o menos acentuada, atrasándose la floración de las plantas femeninas unos diez días en las

Posibilidades agroclimáticas...

Cuadro N°1: Producción mundial de pistacho, en toneladas
(Fuente: FAO, Producción, Vol. 43, 1989)

Países	Promedio de Producción			
	1979-81	%sobre total mundial	1987-89	%sobre total mundial
Irán	51.380	56,5	105.440	59
Turquía	17.500	19	26.670	15
EEUU	8.890	1	23.430	13
Siria	7.395	8	15.325	8,5
Grecia	2.320	2,5	3.385	2
Afganistán	2.000	2	2.000	1
Italia	1.390	1,5	1.750	1
Otros(1)		0,5		0,5
Total mundial	90.946	100	178.570	100

(1) URSS, Irak, Pakistán, Australia, Argelia, etc.

variedades comerciales. Las pequeñas flores de color púrpura forman un racimo compuesto que tarda en progresar desde la base hacia el ápice entre 12 y 15 días.

Los frutos son drupas pedunculadas monospermas oval-oblongas, con pericarpio coloreado delicadamente desde el blanco-rosáceo al amarillo-crema, con puntuaciones y ápice coloreado más o menos intensamente en las tonalidades del lila al rojo vinoso. El endocarpio es una cápsula leñosa y delgada, generalmente dehiscente en el ápice, encerrando una semilla única semejante a una almendra, de color verde claro característico, parte comercializable rica en aceite (50-60%) y proteínas (19-29%), por lo cual representa un alimento energético de primer orden (Bloch y Brekke, 1960).

El pistachero comienza el descanso invernal en otoño y reinicia la actividad vegetativa en primavera cuando la temperatura resulta favorable para el hinchamiento de las yemas, tanto florales como foliares. La secuencia del proceso fenológico es: floración masculina primero y femenina después,

foliación y crecimiento de las ramitas hasta aproximadamente dos meses desde la floración, momento en que comienza el crecimiento del fruto cuya maduración se desarrolla durante los meses de mayor temperatura. Durante los períodos de floración y crecimiento del fruto se produce una activa caída de flores y frutitos (Khalifé, 1959; Caruso et al., 1987). El amarilleo de las hojas se produce a fines de verano - comienzos del otoño, coincidiendo su caída con el fin de la maduración, con temperaturas en descenso. La dormición de la planta comienza con un valor térmico similar al de la iniciación de la actividad vegetativa.

El pistachero tiene la característica de producir comercialmente año por medio (Crane y Al-Shalan, 1977). En la Fig. N° 1 se observa la variación anual de las cosechas en Irán y EEUU, países que, junto a Turquía y Siria son actualmente los de mayor producción, y en aumento, como puede observarse en el cuadro N°1.

Las principales necesidades bioclimáticas de esta especie quedan señaladas al considerar

que en Irán los mejores montes de pistacheros crecen en una extensa planicie a unos 1200 m sobre el nivel del mar, considerada entre los peores desiertos de la tierra, donde en verano la temperatura durante el día alcanza los 38°C pero con noches frías, mientras que las mínimas invernales frecuentemente descienden los 18°C bajo cero. La precipitación, predominantemente invernal, está entre los 250 y 350 mm promedio en el año, aunque hacia el SE apenas llega a los 120 mm. Estas condiciones extremas de amplitud diaria y anual, así como ambientes de sequedad atmosférica con reducida agua edáfica para las funciones vitales mínimas, determinan una planta rústica, de escasa vegetación verde, con tejidos protectores de la evaporación y aspecto arbustivo similar al de otras especies de lugares desérticos. La bibliografía consultada coincide en señalar que su carácter biológico más típico es la resistencia a la sequía, no comparable a la de ningún otro frutal. En las áreas de Aleppo (Siria) donde se lo encuentra al estado silvestre, consideradas con condiciones ecológicas ideales para el cultivo (Pech, 1953), se registran alrededor de 350 mm de precipitación anual, con veranos totalmente sin lluvias. En Turquía, el valle de Gaziantep, con excelentes condiciones culturales, dispone de 550 mm de lluvias en el año, pero casi nulas durante junio, julio, agosto y setiembre.

Se considera que los cultivos en sitios con menos de 300 mm anuales necesitan de irrigación y, aunque el pistachero tolera la sequía estival, los rendimientos aumentan sensiblemente cuando se riega. En Chico, (California, EEUU), un par de riegos en verano prolongan el período vegetativo, demorando la caída de las hojas hasta octubre-noviembre, mientras que en secano la defoliación se produce en agosto.

Con respecto a los requerimientos edáficos, el pistachero prospera en suelos pobres como ninguna otra especie frutal, aunque prefiere los arcillo-arenosos profundos, bien drenados y con tenor calcáreo elevado. En

Italia se adapta a los terrenos rocosos y calcáreos como los de Sicilia Occidental o a los ácidos pobres en calcáreos de la zona del volcán Etna, siendo de notar los cultivos en suelos sicilianos de lava con afloramientos rocosos, consociado con especies tan rústicas como *Opuntia ficus indica*.

MATERIALES Y METODOS

Para conocer la capacidad productiva del territorio argentino para la incorporación de alguna nueva especie a su agricultura, es necesario realizar previamente un relevamiento de la distribución mundial del cultivo en cuestión y comparar las características de los ambientes donde satisface sus necesidades agronecológicas con los existentes en la Argentina.

Por la importancia fundamental que revisten las condiciones climáticas en la distribución geográfica de los cultivos, la comparación se realiza principalmente mediante índices agroclimáticos que permiten describir y jerarquizar los homoagroclimas de las áreas de cultivo; secundariamente, se examinan las características edáficas y las técnicas culturales. Además de analizar los agroclimas de las regiones donde el cultivo prospera en el mundo, también se tiene en cuenta el clima de la región de origen de la especie y las combinaciones climáticas de las áreas donde fracasaron intentos culturales pues, ambas consideraciones, revelan los requerimientos bioclimáticos ancestrales y los límites agroclimáticos para el cultivo de la especie. Esta metodología (Burgos, 1968) se aplica aquí para establecer la posibilidad de cultivo del pistachero en el país.

Con tal finalidad, el ciclo anual del pistachero se dividió en sub-período de descanso y sub-período vegetativo. El comienzo de la actividad vegetativa en el Hemisferio Norte se produce desde fines de marzo hasta la segunda semana de abril y la maduración desde fines de julio hasta agosto-setiembre, según se registra en las áreas silvestres de Koushka (URSS) y de cultivo

Posibilidades agroclimáticas...

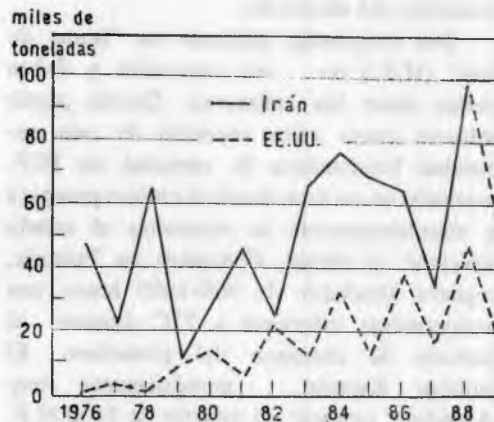


Fig. 1: Producción anual del pistachio en Irán y EE.UU. de N.A. (Fuente: California, Pistacio Industry. Annual Report. Crop Year 1988-89. Fresno (Cal.) 112 p.)

(Turquía, Italia y EEUU). En el Hemisferio Sur (Australia), el subperíodo vegetativo se desarrolla desde fines de septiembre-octubre hasta fines de febrero-comienzos de marzo. Por ello la duración de ambos superíodos se consideró integrada por los seis meses más fríos y los seis meses más calientes, respectivamente.

En realidad, como se verá más adelante, el subperíodo vegetativo del pistachero está acotado por la temperatura del aire de 15°C, al comienzo y al final, por lo cual la división del ciclo anual en semestres sólo se ha realizado por razones prácticas para los cálculos climáticos. Más real hubiera sido considerar el bioperíodo de 15°C y su complemento anual para el subperíodo de descanso.

Dentro de cada subperíodo se consideraron aquellos valores o índices agroclimáticos máximos y mínimos que sirvieron para cuantificar las disponibilidades mundiales de las cuatro condiciones fundamentales que la bibliografía analizada aconsejaba como los más adecuados para describir las características de ambos subperíodos, en relación a la posible satisfacción de las principales exigencias y tolerancias biometeorológicas del pistachero, a saber:

- Adecuado enfriamiento durante el descanso.
- Suficiente calor para vegetar normalmente y alcanzar la total maduración de los frutos
- Ausencia de heladas en floración.
- Atmósfera seca y escasas lluvias durante el mes final de la maduración.

El ordenamiento de los valores índices según una escala que tuviera en cuenta el rango cubierto en la totalidad de la región de dispersión, permitió establecer una primera clasificación agroclimática, mediante la cual calificar las aptitudes pistacheras de las diferentes áreas, desde las óptimas a las ineptas, y realizar la zonificación correspondiente en la zona posible de cultivo en el país.

Para la comparación señalada se utilizó la información provista por varias fuentes. Muchos de los trabajos consultados proveen valores climáticos (Evreinoff, 1957; Khalifé, 1959; Joley, 1969 y Maggs, 1973), mientras que estadísticas climáticas internacionales (USA, 1941; Great Britain, 1956) proveyeron las temperaturas y precipitaciones necesarias para desarrollar los índices agroclimáticos.

Para la Argentina se utilizó la invaluable información climática provista por De Fina, quien calculó las temperaturas medias de los meses más frío y más caliente de gran cantidad de localidades en cada una de las provincias argentinas (De Fina et al., 1959, 1961, 1962 y 1964). El resto de los valores climáticos argentinos se obtuvieron de diferentes publicaciones climatológicas oficiales (Argentina, 1968; 1973 y 1986). Las horas de frío, las fechas medias de última helada y las disponibilidades calóricas regionales fueron obtenidos de las cartas agroclimáticas publicadas por los autores (Damario, 1969, Damario y Pascale, 1983 y 1984).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro N° 2 se indican para cada subperíodo, los principales valores térmicos

climáticos que se han considerado como índices representativos de las disponibilidades para la satisfacción de la exigencia en frío invernal y calor estival, así como la precipitación semestral acumulada y la lluvia en el mes de maduración. Lamentablemente, resultó muy reducida la información referente a fecha media de última helada, aunque la falta de citas en la bibliografía consultada hace suponer que no es problema en el área de cultivo.

Las localidades se han ordenado por países de acuerdo al nivel de producción, indicándose con un asterisco aquellas ubicadas en las áreas de origen.

Los valores del Cuadro N°2 permitieron completar los tres pasos principales del estudio: 1° deducción y clasificación de los índices agroclimáticos; 2° desarrollo de los tipos agroclimáticos mundiales y 3° ubicación de la posible área pistachera y los tipos agroclimáticos existentes en la Argentina.

1) Índices agroclimáticos mundiales del pistachero

a) Subperíodo de descanso vegetativo

La exigencia en frío durante el descanso es la principal condición que debe satisfacer el pistachero para que las plantas florezcan normalmente, sin anomalías que puedan comprometer el rendimiento del cultivo (Whytehouse, 1957; Türel y Ayfer, 1959; Crane y Takeda, 1979; Procopiov, 1973), especialmente por acentuación de la proandria floral.

En las áreas donde *Pistacia vera* se encuentra al estado silvestre, las plantas disponen de un invierno con temperaturas muy bajas que lo señalan como muy resistentes al helamiento durante el período de latencia, el cual siendo además prolongado, posibilita la acumulación de un suficiente enfriamiento para satisfacer los requie-

rimientos del desarrollo.

Sus exigencias mínimas en "horas de frío" (H.F.) no son conocidas y deben variar entre los cultivares. Quizás pueda tomarse como valor ancestral de esta necesidad bioclimática la cantidad de H.F. normales en un área donde el cultivo prospera y simultáneamente se encuentra al estado silvestre; al efecto, Gaziantep en Turquía, registra alrededor de 900-1000 horas con temperaturas inferiores a 7°C durante el período de descanso del pistachero. El cultivar Kerman, mundialmente muy difundido, requiere un mínimo de 1000 H.F. (Maranto y Crane, 1982). Estos valores para satisfacción de enfriamiento durante el descanso, disminuirán cuando se utilicen portainjertos de menor exigencia en frío (*P. terebinthus* o *P. atlantica*) o cuando por mejoramiento genético se obtengan cultivares adaptados a regiones de temperatura invernal más elevada (Maggs, 1981). Se tiene referencia de que en Israel se han obtenido cultivares que cumplen su período de descanso con menos de 500 H.F.

La mayor parte de las regiones actuales de cultivo de pistachero gozan de adecuado enfriamiento invernal; en cambio, lugares donde el cultivo no prosperó o lo hizo de manera deficiente, carecen de suficiente capacidad vernalizante: Sfax, (Túnez) con 280 H.F., Rodas (Grecia) con 144 H.F., e Indio, (Cal. EEUU) con 370 H.F. son ejemplos en este sentido.

La historia de la implantación del cultivo en EEUU es un ejemplo de la ubicación en áreas donde logró satisfacer sus necesidades en frío. Su difusión se generalizó en algunos valles de California, pues las tentativas en otros estados fracasaron por causa de los inviernos demasiado calientes. En la región de Los Angeles la fructificación era errática y sólo se producía después de inviernos fríos o en árboles que crecían en lugares altos. En Canoga Park y Pomona (California) y Sakaton (Arizona) con temperaturas medias

Cuadro N° 2: Valores agroclimáticos de las regiones de origen y de cultivo del pistachero

Países y localidades	Ubicación y altitud			Fuente de datos (N° cita s.n.m. bibl.)	Subperíodo de descanso				Subperíodo vegetativo									Tipo de Agroclima
	Latitud	Longitud	Altura s.n.m.		Temperatura			Horas de frío	Precip. total	Temperatura mes- más caluroso		Bioperíodo de 15°C			Precip.		Fecha media últ. helada	
					mes más frío	mínima	absol.			media	máxima	Fecha comienzo	dura- ción	suma de temp.	total	mes de mad.		
					media	mínima	absol. año			media	máxima							
IRAN			m		°C	°C	°C	hs	mm	°C	°C	días		mm	mm			
1-Isfahan*	32 34N	51 44E	1773	18	2,2	-2,8	-19,4	1340	95	28,0	36,7	15 - IV	197	1500	14	0	-	A A' a a'
2-Kerman*	30 21N	57 05E	1859	18	5,8	-2,8	-15,0	1050	118	28,3	38,3	6 - IV	206	1730	18	0	-	A A' a a'
3-Meshed*	36 17N	59 36E	946	18	-0,6	-5,6	-23,9	2310	180	25,2	33,3	21 - IV	170	1120	52	1	-	A B' a a'
4-Teheran*	35 41N	51 21E	1220	18	2,2	-2,8	-20,5	900	217	29,7	37,2	12 - IV	200	1830	29	2	-	A A' a a'
TURQUÍA																		
5-Ankara	29 57N	32 53E	891	18	-1,0	-4,4	-25,0	1990	230	23,3	30,6	7 - V	149	810	137	14	-	A E' a a'
6-Gaziantep*	37 00N	37 15E	915	21	3,5	1,0	-	1120	379	27,5	-	27 - IV	177	1450	73	4	-	A A' a a'
7-Urfa	37 07N	38 46E	540	18	5,0	1,1	-12,2	740	402	31,1	38,9	13 - IV	209	2070	40	2	-	A A' a a'
EE.UU. de NA																		
8-Bakersfield	35 30N	119 10W	121	22-33	8,3	2,5	-	830	130	28,6	38,4	29 - III	226	1770	24	2	21 - II	C A' a a'
9-Chico	39 42N	121 50W	62	20-33	7,3	-	-	1720	548	26,1	-	16 - IV	193	1270	87	8	28 - III	B A' a a'
10-Davis	38 40N	121 45W	15	22-33	7,4	2,7	-	1470	377	24,8	35,2	15 - IV	195	950	42	4	17 - III	B C' a a'
11-Fresno	36 46N	119 43W	98	22-33	7,4	4,1	-8,3	1040	208	27,4	37,2	14 - IV	201	1590	29	2	9 - II	B A' a a'
SIRIA																		
12-Alepo*	36 12N	37 10E	390	18-21	5,8	1,5	-12,8	920	337	28,8	36,6	11 - IV	209	1840	35	2	-	A A' a a'
13-Damasco	33 30N	36 20E	720	18	7,0	2,2	-6,1	850	202	27,5	37,2	5 - IV	217	1690	24	6	-	A A' a a'
GRECIA																		
14-Atenas	37 58N	23 43E	105	18	9,0	5,6	-6,7	410	404	27,2	32,2	15 - IV	210	1510	86	10	-	D A' a a'
15-Rodas	36 26N	28 15E	90	18	12,8	10,6	-1,1	50	528	26,4	28,3	15 - III	273	1880	74	5	-	E A' a a'
AFGANISTAN																		
16-Kabul*	34 30N	64 13E	1815	18	-3,8	-7,8	-21,1	2040	293	24,6	33,3	28 - IV	165	1030	44	1	-	A C' a a'
ITALIA																		
17-Bivona	37 35N	13 15E	503	29	8,4	4,7	-	640	595	26,5	32,6	21 - IV	197	1370	195	21	-	C A' a a'
18-Caltanisetta	37 30N	14 03E	568	29	7,4	4,0	-	940	448	25,0	31,4	30 - IV	185	1120	156	22	-	B B' a a'
19-Mazzarino	37 47N	14 15E	560	29	7,7	4,0	-	817	391	26,2	33,3	24 - IV	189	1310	134	18	-	C A' a a'
U. R. S. S.																		
20-Kouschka*	35 30N	62 02E	-	17	2,4	-2,6	-32,8	1510	240	28,4	38,3	17 - IV	176	1450	12	0	26 - III	A A' a a'
IRAK																		
21-Mosul*	36 19N	43 09E	222	18	7,0	1,7	-8,9	970	360	32,5	43,3	2 - IV	227	2380	23	0	-	B A' a a'
PAQUISTAN																		
22-Quetta*	30 10N	67 01E	1673	18	3,6	-2,8	-19,4	1670	201	26,6	35,0	15 - IV	178	1280	38	4	-	A A' a a'
CHIPRE																		
23-Nicosia	35 08N	33 17E	215	18	10,0	5,6	-5,0	425	297	28,3	36,1	5 - IV	236	1980	45	3	-	E A' a a'
ARGELIA																		
24-Constantine	36 22N	06 37E	650	18	6,9	2,8	-5,0	1010	364	25,6	32,8	30 - IV	181	1210	149	16	-	B B' a a'
TUNEZ																		
25-Sfax	34 43N	10 41E	200	18	11,4	7,8	-3,9	280	126	26,2	30,8	24 - III	251	1850	70	12	-	E A' a a'
AUSTRALIA																		
26-Merbein	34 10S	142 04E	56	30	9,5	3,8	-	1050	156	24,1	32,4	24 - IX	212	1210	104	20	-	D C' a a'
27-Wagga Wagga	35 07S	147 27E	187	30	8,5	2,6	-	1165	310	24,8	33,1	5 - X	201	1200	230	36	-	C C' a b'

del mes más frío (T.M.F.) de 11,1°C, 9,8°C y 9,5°C, respectivamente, los pistacheros solamente florecieron y produjeron satisfactoriamente en dos años de cada cinco por falta de suficiente enfriamiento invernal, mientras que en Indio (California), con T.M.F. de 12,6°C, el cultivo no progresó por la misma razón. Bakersfield (California), con T.M.F. de 8,3°C, podría representar la condición térmica invernal límite para el pistachero, en tanto que la T.M.F. de 7,1°C en Chico (Cal.) alcanzaría para satisfacer las necesidades de frío para todos los cultivares ensayados en esa estación experimental. (Joley, 1968)¹.

Actualmente, el pistachero es un cultivo firmemente establecido en California en el sur del Valle de San Joaquín, con más de 20.000 ha plantadas y 15.000 ha en producción, concentradas en los condados de Madera y Kern (Hull, et al., 1989) donde las temperaturas medias de enero son suficientemente bajas; como ejemplo, la localidad de Madera en el primero registra 6,8°C y la de Fresno en el segundo, 7,0°C.

En las áreas pistacheras de Turquía, temperaturas medias de 5,5-6,0°C en el mes de enero y 7,0-7,5°C como promedio de los tres meses más frío del año, aseguran una buena dormición del pistachero (Ayfer, 1967).

En Grecia, la T.M.F. entre 7° y 8°C parece ser la condición invernal que asegura una buena floración (Türel y Ayfer, 1959). En las islas griegas del este del Mediterráneo, el atraso en la floración femenina respecto de la masculina es normalmente de un mes debido a los inviernos suaves, con T.M.F. superiores a 10°C (Procopiov, 1973).

En los cultivos producidos a alturas superiores a los 1000 m, se satisface la exigencia en frío, pero el cultivo sólo prospera si las temperaturas estivales permiten la maduración de los frutos, quedando la pregunta de cuanto se puede des-

cender en altura sin comprometer la necesidad de enfriamiento en el período de descanso del pistachero. En la región de Catania en Sicilia, Italia, el límite superior de cultivos es 800 m sobre el nivel del mar, descendiendo hasta los 400-600 m en la parte occidental y meridional del Volcán Etna (Speranza, 1960), con 800-900 horas por debajo de 7°C durante el descanso.

Para sitios bajos, con insuficiente frío invernal, sería conveniente probar inicialmente cultivares provenientes de los montes de baja altura que existen en Sicilia y Grecia (Türel y Ayfer, 1959).

Para valorar la aptitud agroclimática regional no es posible utilizar la cantidad de horas de frío disponibles, pues es un índice agroclimático muy raramente informado, pero se puede hacer uso de dos valores térmicos climáticos con los cuales están correlacionadas: la temperatura mínima media ó la temperatura media del mes más frío del año. En la determinación de las áreas aptas para el cultivo en Australia, se tomó como límite la temperatura mínima media de 5°C para el mes de julio (Maggs, 1982), mientras que la temperatura media de 8,3°C en el mes más frío del año de Bakersfield se considera límite sur del estado de California para la plantación de la especie (Joley, 1969). Pensando en su aplicación a nivel mundial, parece adecuado fijar un límite térmico invernal algo superior a los señalados precedentemente, teniendo en cuenta la menor intensidad de la termofase negativa en el Hemisferio Sur, y la posibilidad de utilizar cultivares menos exigentes.

Para fijar un índice agroclimático asequible que permita ordenar las regiones térmicas de descanso del pistachero con miras a obtener los tipos agroclimáticos de la especie, (Burgos, 1968), se ha considerado adecuado utilizar la temperatura del mes más frío del año, cuya jerarquización y tipos de agroclima se consignan en el Cuadro N°3.

1. Esta y posteriores citas sobre el pistachero en California fueron comunicados por el Dr. L.E. Joley en la correspondencia mantenida con los autores.

Posibilidades agroclimáticas...

Cuadro N°3 : Tipos de agroclimas pistacheros jerarquizados según la disponibilidad de frío durante el subperíodo de descanso.

Características del invierno		
Zonas	Índice agroclimático	Tipo de agroclima
	Temperatura media del mes más frío del año (°C)	
A	6,5 ó menos	óptimamente frío
B	6,6-7,5	suficientemente frío
C	7,6-8,5	moderadamente frío
D	8,6-9,5	poco frío
E	mayor de 9,5	inepto

Las temperaturas invernales en aumento disminuyen la aptitud cultural a partir de la zona A (menos de 6,5°C). La zona D con temperaturas para el mes más frío del año entre 8,6 y 9,5 es marginal y sólo se podrá intentar el cultivo con portainjertos de menor exigencia en frío que *P. vera* o mediante mejoramiento fitogenético o cultural. (Maggs, 1981; Procopiov, 1973).

b) Subperíodo de actividad vegetativa

Aunque la intensidad del enfriamiento invernal es fundamental para seleccionar áreas pistacheras, debe corresponderse con temperaturas suficientemente altas durante la termofase positiva anual, en que se produce la etapa vegetativa de las plantas. La gran amplitud térmica anual es característica del clima de la región donde el pistachero se encuentra al estado silvestre (Aleppo y Kerman, con 22,5°C; Kouchka, con 26°C de diferencia entre las temperaturas medias extremas del año). Las temperaturas medias del mes más caluroso del año, (T.M.C.) son elevadas tanto en las regiones de origen del pistachero como en las de cultivo tradicional, encontrándose entre 28-29°C (Irak, Irán y Turquía) y 25-27°C (Italia, EEUU). Esto indica la necesidad de ubicar áreas con veranos calurosos para satisfacer las necesidades calóricas de la vegetación, así como prolongados para permitir la normal

maduración de los frutos, especialmente de los cultivares tardíos, que son los más comunes.

De acuerdo con los registros fenológicos de los montes experimentales conducidos en Chico por el Dr. Joley la floración se produce en las dos primeras semanas de abril (temperatura media entre 14°C y 15°C), pero en otras zonas californianas con mayores temperaturas primaverales, tales como Fresno en el Valle de San Joaquín y Barstow en el desierto Mojave a 600 m sobre el nivel del mar, ambos con temperaturas medias de abril entre 15,5 y 16,5°C, la floración se adelanta una semana. Se sobreentiende que en Fresno y en Barstow (T.M.F. de 7,0° y 6,7°C) se satisfacen las necesidades en frío, pues, caso contrario, se prolongaría el período de dormición y las plantas romperían el descanso más avanzada la primavera. En cambio, en Passo Robles, donde la temperatura media de abril es de 12,5°C, la floración se presenta mucho más atrasada que en Chico.

Obviamente, a medida que se descende en altura y aumenta la temperatura de la termofase positiva, se adelanta el comienzo y acorta la duración del período vegetativo. Así, en dos sitios de Siria, Muslimié (36° 30'N) a 410 m de altura y Zebedani (33°07'N) a 1200 m, el comienzo del ciclo con el engrosamiento de las yemas se produce a fines de febrero y fines de marzo y la maduración a comienzos de agosto y fines de setiembre, respectivamente (Khalifé, 1959).

Temperaturas elevadas durante el período vegetativo son fundamentales también para que la maduración de los frutos se produzca adecuadamente. En el jardín botánico de Kew, cerca de Londres, las plantas florecen y forman los frutos, pero no llegan a madurar pues la temperatura media del aire en septiembre (mes de maduración) es de 14°C y la del mes más caluroso del año es apenas 17,5°C.

Además, el verano debe ser prolongado, para lograr la maduración de las variedades tardías. Tal es el caso del antiguo cultivar Kerman, que en Chico (California) madura en la segunda quincena de septiembre (temperatura media entre 20° y 22°C) mientras que los cultivares más precoces: Bronte, Trabonella y Red Aleppo, que maduran a fines de agosto o comienzos de setiembre, no tienen dificultad para completar las sumas térmicas exigidas pues, para esa fecha, la temperatura media del aire está entre 23 y 24°C. Un ejemplo de la influencia de las temperaturas durante el mes final de maduración se presentó en Chico durante setiembre de 1948. En los primeros quince días la temperatura estuvo unos 2,5°C sobre lo normal y en los últimos quince con valores diarios poco menos de 2°C debajo lo normal. Ese año la maduración de los cultivares tardíos se prolongó y no lo concluyeron hasta la primera quincena de octubre.

El período de crecimiento activo se inicia con la floración masculina cuando la temperatura del aire es de 14-15°C y finaliza con la maduración de los frutos y la caída de las hojas, aproximadamente con nivel térmico similar, por lo cual es posible tomar a 15°C como temperatura base y cuantificar la disponibilidad calórica usando como índice

agroclimático a las sumas de temperaturas efectivas sobre 15°C durante el bioperíodo de 15°C. En el Cuadro N°2 se indica la disponibilidad calórica calculada según este criterio, observándose valores muy altos que varían entre 1500° y 2000°C. Áreas con sumas mayores (Urfa y Mossul) en coincidencia con elevadas temperaturas estivales, señalan la resistencia del pistachero frente al gran poder evaporativo del ambiente atmosférico con esas características térmicas. El pistachero es resistente a la sequía atmosférica, aunque si esta es coincidente con la floración puede reducir los porcentajes de fecundación. (Khalifé, 1959).

Sumas térmicas algo inferiores a las señaladas, con temperaturas medias del mes más caliente entre 24-26°C (Chico, Wagga Wagga) alcanzan para la maduración de los frutos, pero en Passo Robles y Ankara, con 22-23°C y 700-800° de sumas térmicas, la maduración se ve dificultada y en la mitad de los años no llega a completarse.

Por lo analizado precedentemente, las sumas de temperaturas o la temperatura media del mes más caliente pueden ser índices agroclimáticos útiles para caracterizar las disponibilidades de duración e intensidad del verano de las áreas que satisfacen los requerimientos calóricos del pistachero. Por razones de simplicidad, se ha elegido la temperatura media del mes más caliente, (TMC) las que se ordenaron en el Cuadro N°4 desde la zona A' con temperaturas mayores de 26°C, comprendiendo a las áreas con mayor disponibilidad calórica regional, hasta E' con menos de 23°C, temperatura considerada límite para la necesidad de maduración del pistachero, definiendo un agroclima inepto.

Posibilidades agroclimáticas...

Cuadro N°4 : Tipos de agroclimas pistacheros jerarquizados según la disponibilidad calórica durante el subperíodo vegetativo.

Características del verano		
Zonas	Indice agroclimático	Tipo de agroclima
	Temperatura media del mes más caluroso del año (°C)	
A'	26,0 ó mayor	óptimamente cálido
B'	25,9-25,0	suficientemente cálido
C'	24,9-24,0	moderadamente cálido
D'	23,9-23,0	poco cálido
E'	menor de 23,0	inepto

Para completar la valoración de las aptitudes agroclimáticas regionales para el cultivo del pistachero, además de las disponibilidades calóricas durante el período vegetativo, deben considerarse dos momentos críticos, uno durante la floración, de carácter térmico, y otro en la maduración, relacionado con la humedad.

El comienzo de la actividad vegetativa debe coincidir tanto con un nivel térmico adecuado como con la ausencia de heladas, a las que parece ser sensible en la floración-brotación.

Por las características climáticas de las áreas de origen y difusión del pistachero, con período de heladas terminando con mucha anterioridad al comienzo del bioperíodo de 15°, hay poca información sobre su resistencia a las temperaturas congelantes durante la fase de la floración, aunque en varios informes se establece como condición indispensable la ausencia de heladas en ese momento fenológico. El Dr. Joley narra que en Chico, donde la fecha media de última helada es el 23 de marzo, en la mañana del 17 de abril de 1968 se produjo una helada de -1°C con una duración de 15-20 minutos, la cual produjo poco daño a los pistacheros que

habían expresado su plena floración el día 8 del mismo mes. Según este testimonio el valor -1° podría ser el límite crítico a considerar como resistencia del pistachero a las temperaturas mínimas en floración.

Las heladas en el inicio de la vegetación deben considerarse especialmente en aquellos regímenes asincrónicos, como son la mayor parte de los del Hemisferio Sur, con riesgo de ocurrencia aún cuando la temperatura del aire supere los 15°C, considerada como iniciación del período vegetativo del pistachero.

Para estos casos, es conveniente establecer niveles de probabilidad de riesgos de daños por heladas que tengan en cuenta el aspecto económico de la producción, estimándose que puede aceptarse, como máximo, la pérdida de una cosecha de cada cinco.

En el Cuadro N°5 se establecen dos zonas en función de la probabilidad de ocurrencia de heladas perjudiciales, considerando la del 20% como separación entre las mismas. La zona a, será tanto más apta cuanto menor sea la probabilidad y, a la inversa, el fracaso económico del cultivo será tanto mayor cuanto más supere el 20% la probabilidad de ocurrencia de heladas.

Cuadro N°5 : Tipos de agroclimas pistacheros clasificados según el riesgo de daños por heladas e floración.

Heladas en la floración		
Zonas	Indice agroclimático	Tipo de agroclima
	Probabilidad de heladas en la floración (comienzo del bioperíodo de 15°C)	
a'	P menor del 20%	sin o reducido riesgo con riesgo
b'	P mayor del 20%	

La segunda limitante a considerar es la ocurrencia de tiempo húmedo durante la maduración de los frutos del pistachero. El característico tiempo seco predominante en el transcurso del sub-período vegetativo en todas las áreas donde el cultivo ha prosperado, debe continuar durante el proceso de maduración pues, si el tiempo es húmedo, con lloviznas o lluvias frecuentes, el endocarpio deshidratante facilita la entrada de agua, lo cual favorece la incidencia de enfermedades que desmerecen la calidad, dificultan la cosecha y disminuyen los rendimientos.

Como puede observarse en el Cuadro N°2, en los meses de agosto o setiembre, cuando se produce la maduración en el Hemisferio Norte, la precipitación es prácticamente nula en las áreas silvestre y reducida en las áreas de dispersión (EEUU: 2-8 mm; Turquía: 2-14 mm; Italia: 18-22 mm). En el Hemisferio Sur es difícil encontrar áreas térmicamente aptas para el pistachero que tengan en la maduración regímenes hídricos similares a aquellos; por ejemplo, en Australia donde se promueve el cultivo, llueve en esos meses entre 20 y 40 mm.

En las áreas con verano fresco, donde el proceso de maduración se atrasa y el período de lluvias comienza a fines de verano, deben aconsejarse cultivares precoces. En Ankara (Turquía) con 23,3° y 23,2° en julio y agosto, la cosecha debe estar madura antes de setiembre, mes en que comienzan las lluvias (Ayfer, 1967).

Al no disponer de un parámetro hídrico de mayor significación para valorar la aptitud agroclimática regional relacionada con la maduración, pareció adecuado considerar la cantidad de lluvia en el mes final de la maduración como índice agroclimático, con los límites zonales empíricos indicados en el Cuadro N°6.

Se han establecido valores de precipitación algo mayores a los que se registran como favorables en el Hemisferio Norte para poder ubicar zonas de posible utilización en el Hemisferio Sur que no tiene regímenes pluviométricos equivalentes. La cantidad de 25 mm es provisoria, pues habría que considerar el tipo de precipitación y especialmente el número de días con lluvias, si van acompañadas con persistencia de aire húmedo, etc.

Posibilidades agroclimáticas...

Cuadro N°6: Tipos de agroclimas pistacheros según las condiciones de humedad en la maduración.

Lluvia en la maduración		
Zonas	Índice agroclimático	Tipo de agroclima
	mm de lluvia en el mes final de la maduración	
a'	menos de 25	sin daño
b'	más de 25	con daño

Cuadro N°7: Los tipos agroclimáticos térmicos del pistachero (*Pistachia vera*, L.) clasificados según su aptitud.

Tipo agroclimático	Aptitud
AA' AB' BA'	Muy buena
AC' BB' CA' CA' CB' CC'	Buena
AD' BD' CD' DA' DB' DC' DD'	Reducida
EA' EB' EC' ED' EE' EA' BE' CE' DE'	No aptos

2) Tipos agroclimáticos mundiales

La zonificación desarrollada mediante el procedimiento propuesto por Burgos (1968), permite combinar las zonas correspondientes a las regiones climáticas térmicas e hídricas determinadas y jerarquizadas según las exigencias y tolerancias bioclimáticas del pistachero. Tal combinación de zonas califica la aptitud agroclimática regional en el cumplimiento de los requerimientos de la especie durante su ciclo ontogénico.

Dado que las disponibilidades térmicas en ambas termofases del termoperíodo anual son los indicadores principales de la aptitud del clima para el cumplimiento del ciclo

biológico y de productividad de la especie, la valoración realizada en los Cuadros N°3 y N°4, indica que los agroclimas AA' con la mayor amplitud térmica anual, son los más aptos, disminuyendo la aptitud a medida que en la fórmula del agroclima aparecen letras correspondientes a niveles térmicos invernales o estivales menos favorables. La aparición de los tipos E ó E' en la combinación agroclimática genera un agroclima no apto por deficiencia térmica en alguna o en ambas termofases.

De acuerdo a este criterio valorativo, en el Cuadro N°7 se califica la aptitud térmica regional de las áreas mundiales de cultivo del pistachero. (*Pistachia vera*, L.)

Cuadro N°8: Aptitud de los tipos agroclimáticos existentes en la Argentina para el cultivo del pistachero.

Aptitud agroclimática		
Buena	Reducida	Marginal
BC'aa'	BD'aa'	AC'ba' BD'ab' CB'ab'
CA'aa'	CD'aa'	AD'ba' BD'bb' CD'ab'
CB'aa'	DA'aa'	BB'ba' BD'ba' DA'ab'
CC'aa'	DB'aa'	BC'ab' CA'ab' DB'ab'
		BC'bb' CB'bb' DC'ab'

La fórmula del tipo agroclimático se completa con la participación de los índices de peligrosidad de temperaturas mínimas perjudiciales al comienzo del período vegetativo (Cuadro N°5) y según la incidencia de la humedad en el proceso de la maduración (Cuadro N°6). Naturalmente, los agroclimas que incluyan las zonas a y a' mantienen toda su valoración de acuerdo con la participación fundamental de las temperaturas del invierno y del verano, mientras que las que integren alguna o ambas letras b y b' pasan a ser marginales con restricciones o ineptas según el alejamiento de los valores establecidos como límites, a saber: más de 20% de probabilidad de heladas y/o más de 25 mm de precipitación en el mes de maduración.

3) Tipos agroclimáticos en la Argentina

Las cartas de la Figura 2 muestran la región argentina donde es posible combinar las escalas de temperatura invernal y estival para la posible difusión del pistachero. Corresponde a la región precordillerana centro-occidental, con alturas entre 500 y 1500 m, comprendiendo parte de las provincias de San Juan, Mendoza, San Luis y La Rioja, territorio caracterizado por tener la mayor amplitud térmica anual en el país. Las cartas A y B muestran el trazado de las

isotermas de los meses más frío y más caliente, respectivamente, siguiendo la escala de los Cuadros N°3 y 4.

La carta C delimita la región donde la probabilidad de heladas en floración sería inferior al 20% de los años. Para el trazado de este parámetro de helada se han utilizado las cartas de comienzo del bioperíodo de 15° (Damario y Pascale, 1983) y la de fecha media de últimas heladas perjudiciales (Damario y Pascale 1984) calculándose el porcentaje de ocurrencia en floración, suponiendo una desviación típica + 20 días para el último parámetro. Como información se señala con punteado el área donde la probabilidad de daños por heladas en floración alcanzaría hasta el 30% de los años, lo que supone una pérdida probable aproximada de una cosecha de cada tres, y con rayado, aquellas zonas dentro del área favorable, donde la pérdida esperada sería menor de 1 de cada 10 cosechas ($p < 0,10$). En la misma carta, se trazan las isohietas de 25 mm y 40 mm en el mes de final maduración, considerando que este último valor señalaría el límite extremo de áreas marginales con restricciones. En la Argentina se puede estimar que el mes final de maduración se extenderá desde mediados de febrero a mediados de marzo.

La carta D acota la región apta según las cuatro limitantes agroclimáticas estudiadas y

Cuadro N° 9: Valores agroclimáticos y tipos de agroclimas de algunas localidades ubicadas dentro y en la periferia del área posible para el cultivo del pistachero en la Argentina.

Provincias y localidades	Ubicación y altitud			Período	Subperíodo de descanso				Subperíodo vegetativo							Tipo de Agroclima		
	Latitud S.	Longitud W	Altura s.n.m.		Temperatura			Horas de frío	Precip. total	Temperatura mes más caluroso		Bioperíodo de 15°C			Fecha media últ. helada			
					mes más frío media	mínima media	mínima absol. año			media	máxima media	Fecha comienzo	dura ción	suma de temp.			total	mes de mad.
MENDOZA																		
1-San Carlos	33 46	69 02	940	1941-80	4,8	-2,8	-14,0	2340	84	20,8	29,8	22 - X	155	580	208	34	5 - X	A E' b a'
2-Ch. de Comas	32 59	68 52	921	1961-80	6,0	0,2	-8,7	1450	46	22,4	29,0	17 - X	177	790	160	27	22 - IX	A E' b b'
3-D. Sardina	33 18	69 12	750	1961-70	6,1	-1,1	-13,7	1480	36	23,9	31,2	8 - X	191	1090	140	25	24 - IX	A D' b a'
4-La Consulta	33 44	69 07	940	1961-80	6,5	-0,3	-8,5	2150	68	22,1	29,5	16 - X	169	730	199	40	1* - X	A E' b b'
5-Rama Caída	34 40	68 23	690	1961-80	7,0	0,3	-9,8	1510	77	23,2	30,8	7 - X	180	900	251	42	24 - IX	B D' b b'
6-San Martín	33 05	68 25	653	1951-80	7,0	1,2	-9,4	1180	37	24,0	32,4	30 - IX	194	1090	146	25	3 - IX	B C' a a'
7-Junín	33 09	68 28	653	1971-80	7,2	1,0	-8,0	1200	36	24,1	32,1	26 - IX	200	1100	168	24	1 - IX	B C' a a'
8-San Rafael	34 35	68 24	748	1951-70	7,2	1,0	-8,7	1480	108	23,2	31,0	9 - X	185	960	222	30	20 - IX	B C' a a'
9-El Plumerillo	32 50	68 47	700	1941-80	7,3	0,8	-7,8	1350	51	24,8	32,3	30 - IX	227	1180	120	18	5 - IX	B C' a a'
10-Mendoza	32 53	68 51	827	1941-80	7,5	3,4	-8,9	1400	69	23,8	30,2	4 - X	191	1060	146	22	8 - IX	B D' a a'
11-Cnia. Alvear	35 00	67 39	465	1941-80	7,6	0,7	-10,6	1430	87	23,8	32,8	5 - X	194	1030	275	46	23 - IX	C D' b b'
12-La Paz	33 28	67 33	506	1941-60	7,7	-0,1	-10,6	1130	82	25,6	34,4	27 - IX	206	1310	194	30	2 - IX	B D' b b'
SAN JUAN																		
13-S. Juan Aero	31 34	68 25	598	1961-80	7,6	0,0	-9,2	1100	12	26,6	34,6	17 - IX	220	1550	71	10	23-VIII	C A' a a'
14-El Balde	30 57	68 38	928	1966-80	7,8	-2,1	-12,6	1100	9	26,5	33,4	20 - IX	215	1480	76	9	24-VIII	C A' a a'
15-S. Juan	31 37	68 32	630	1941-80	8,0	1,6	-8,0	1150	31	26,2	34,0	16 - IX	222	1500	75	13	21-VIII	C A' a a'
16-Jachal	30 15	68 45	1160	1941-80	8,5	0,2	-8,8	1150	24	24,8	32,2	27 - IX	200	1190	103	19	1 - IX	C C' a a'
17-S. Martín	31 35	68 28	598	1961-80	8,6	0,4	-8,4	1080	30	26,1	33,7	19 - IX	220	1510	62	22	25-VIII	D A' a a'
18-Valle Fértil	30 36	67 27	857	1961-80	9,2	2,8	-6,4	680	27	24,6	32,2	16 - IX	222	1280	300	44	20-VIII	D C' b b'
LA RIOJA																		
19-Chilecito	29 10	67 30	1101	1941-70	8,7	2,2	-9,0	950	26	24,5	32,8	17 - IX	231	1280	166	30	22-VIII	D C' a b'
20-Chepes	31 20	66 35	654	1941-80	10,3	4,1	-6,7	660	64	26,4	33,9	6 - IX	247	1730	294	45	10-VIII	E A' a b'
21-La Rioja	29 23	66 49	430	1941-80	10,9	4,2	-9,5	480	48	27,5	35,4	25-VIII	265	2150	28	53	28-VII	E A' a b'
22-Chamical	30 22	66 17	461	1963-80	11,8	5,6	-7,4	430	59	26,2	33,1	27-VIII	267	1860	409	67	1-VIII	E A' a b'

Posibilidades agroclimáticas...

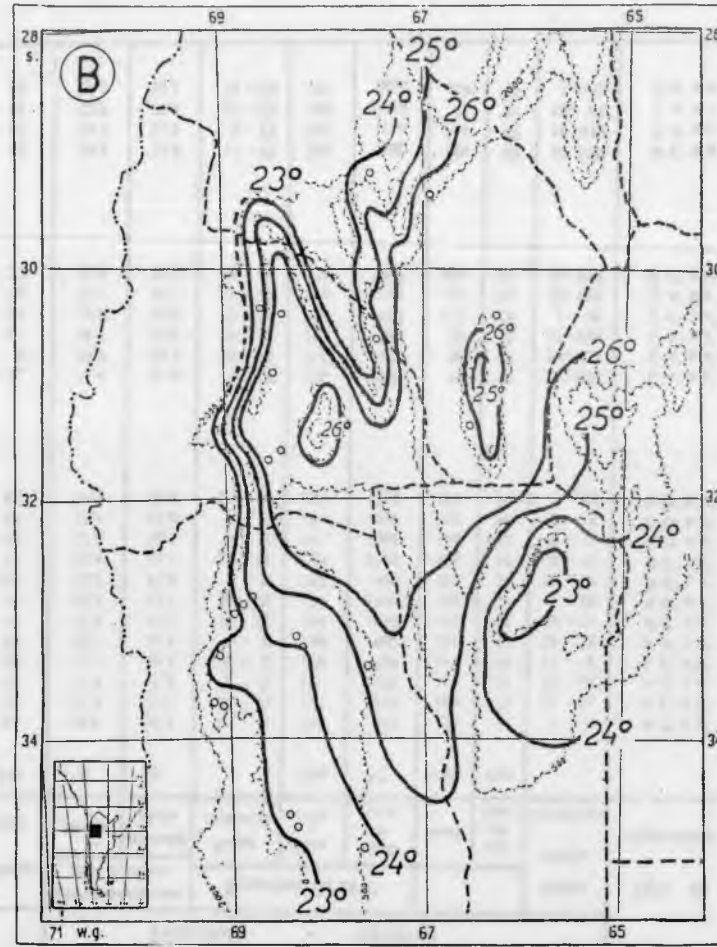
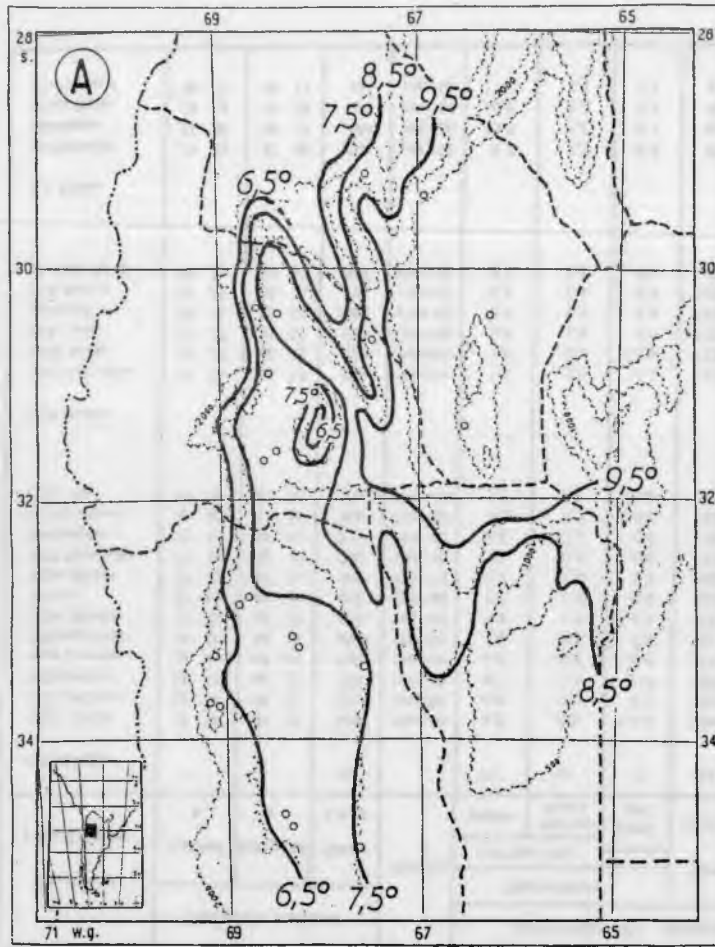


Figura 2: Valores agroclimáticos seleccionados como índices para el cultivo del pistachero: A- temperatura media del mes más frío del año; B- temperatura media del mes más caluroso.

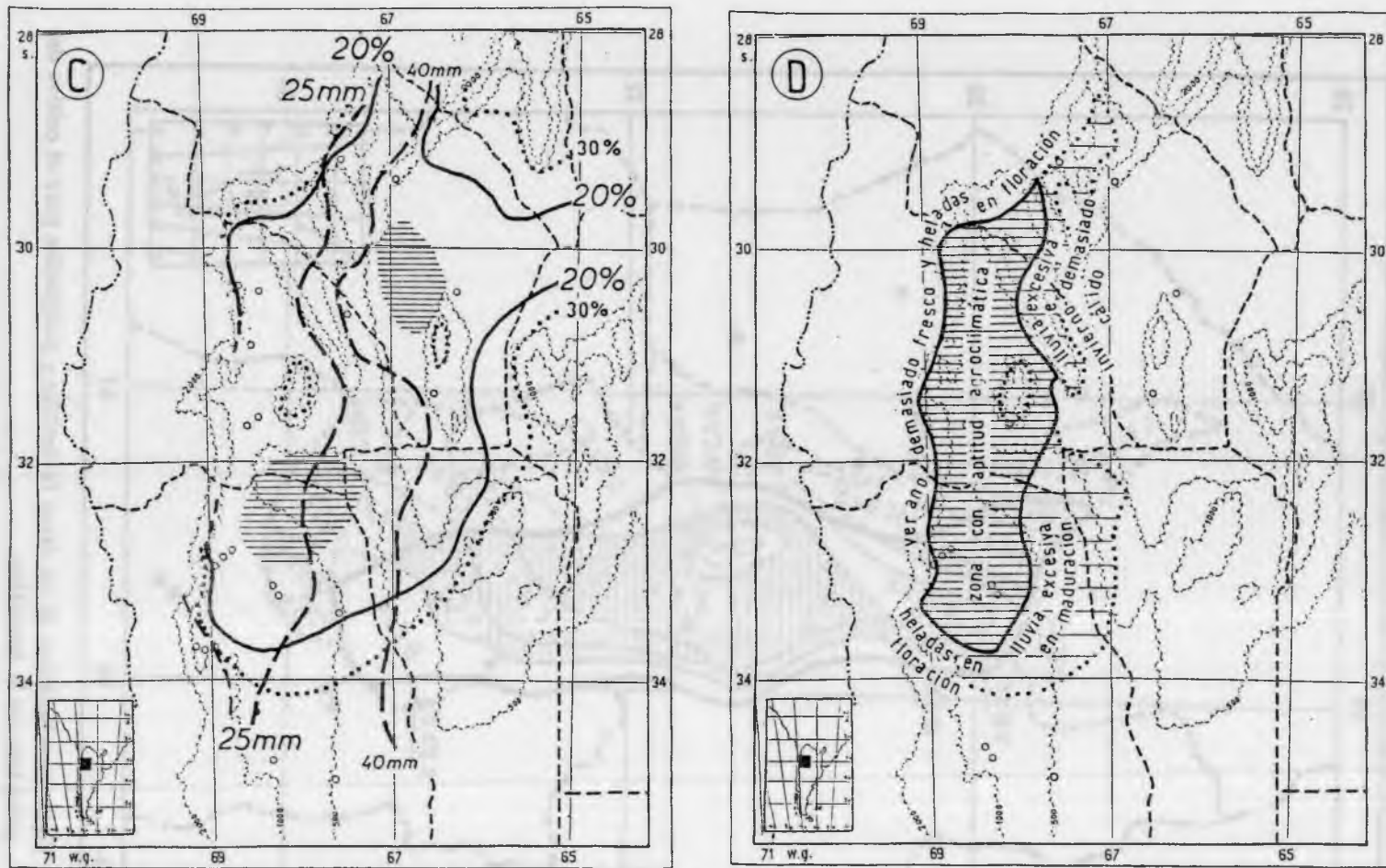


Figura 2:(cont.) C- porcentaje de años con heladas perjudiciales en la floración (línea entera:20%; línea punteada: 30%; áreas rayadas: 10% ó menos) e isohietas de 25 y 40 mm en el mes final de maduración (líneas cortadas); D: área con aptitud agroclimática favorable (rayado denso); restricciones limitantes y áreas marginales (rayado espaciado).

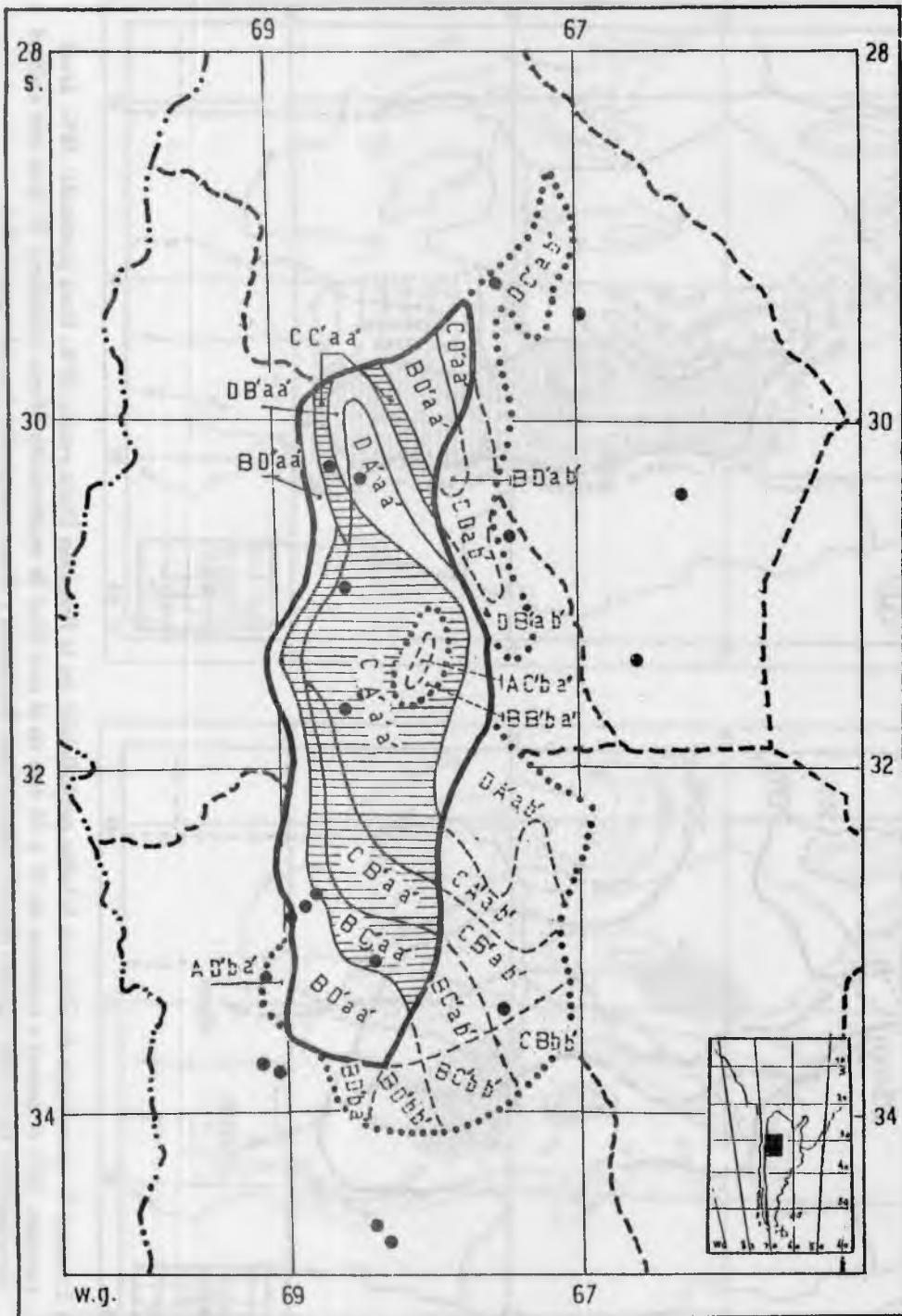


Figura 3: Tipos agroclimáticos de las áreas favorables y marginales para el cultivo del pistachero en la Argentina.

Posibilidades agroclimáticas...

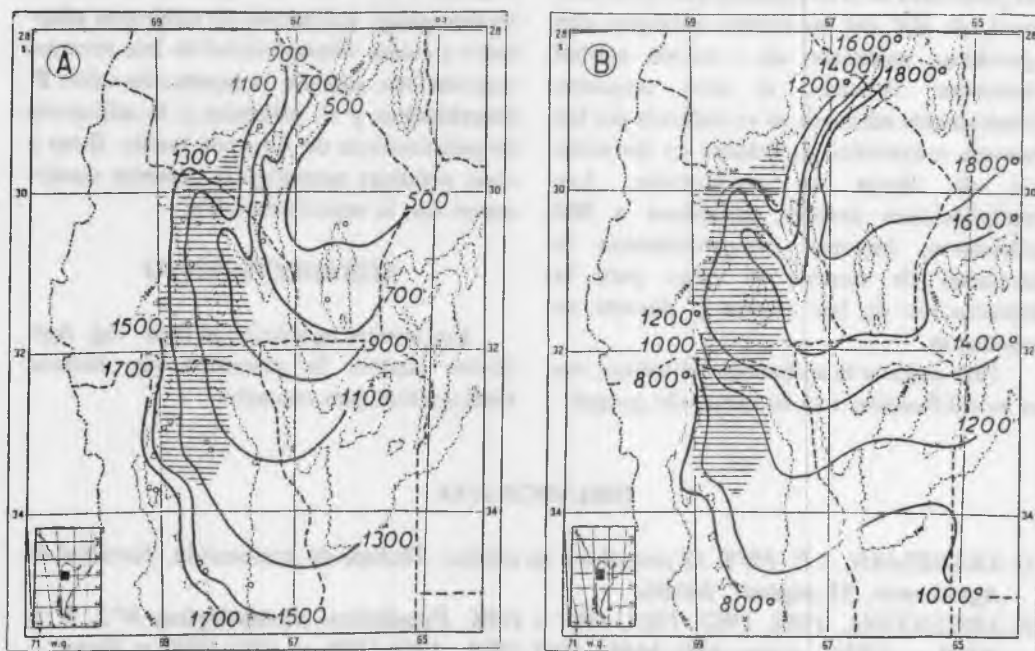


Figura 4: A- horas de frío acumuladas en el subperíodo de descanso y B-suma de temperaturas efectivas sobre 15°C totalizadas en el subperíodo vegetativo del pistachero.

las consideradas marginales con restricciones por heladas o lluvias excesivas. Dentro de esta región con condiciones favorables para el pistachero, se encuentran los distintos tipos agroclimáticos que pueden valorarse en su aptitud, de acuerdo con la escala del Cuadro N°8.

En el Cuadro N°8 se incluye la categoría de marginal teniendo en cuenta la incidencia de alguna de las dos limitantes, por helada o exceso de lluvia, siempre y cuando no exceda del 30% de probabilidad en el primer caso y/o de 40 mm en el segundo.

En el Cuadro N°9 se consignan los datos agroclimáticos de las estaciones climatológicas ubicadas dentro o en la periferia de la región analizada, con la clasificación en tipos según las escalas propuestas. Si se comparan con los tipos agroclimáticos del Cuadro N°2, puede establecerse que dentro de las áreas argentinas calificadas como buenas, existen agroclimas térmicamente homólogos. Así, el

tipo BC' de San Martín, Junín y El Plumerillo se corresponde con el de Davis; el CA' de San Juan y El Balde con el de Bivona, Mazzarino y Bakersfield; el CC' de Jachal con el de Wagga Wagga y el tipo DA' de San Martín de San Juan con el de Atenas.

Dentro de los marginales, el tipo agroclimático CB' de La Paz es homólogo al de Constantine y Caltanissetta, mientras que el DC' de Chilecito y AD' de D. Sardina no encuentran similares en el área mundial analizada.

Para completar la información regional sobre las disponibilidades de enfriamiento invernal y de calor estival, la Fig. 4 A B, contiene las cartas de horas de frío durante el descanso y las sumas térmicas mayores de 15° en el período vegetativo del pistachero.

CONCLUSIONES

Se comprueba que el inconveniente principal del clima argentino para la difusión

del pistachero es la reducida amplitud térmica anual, de allí que no existan analogías con agroclimas mundiales de conocida aptitud pistachera. Además, el área argentina térmicamente adecuada se ve reducida por los factores restrictivos de heladas en floración y/o de lluvia en maduración. Las precipitaciones anuales, inferiores a 300 milímetros, imponen obligatoriamente la necesidad de recurrir al riego para la implantación de los montes y durante su vegetación.

Para mejorar la aptitud agroclimática, sea en su calificación o en su extensión geográfica,

sería necesario incorporar medidas culturales como: utilización de cultivares adaptados a escasa disponibilidad de frío invernal sugiriéndose, además, la injertación sobre *P. therebinthus* y *P. atlantica* y la utilización de polinizadores de floración tardía. Estas y otras prácticas tecnológicas deberían confirmarse con la experimentación.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Prof. Ing. Agr. Elvino Sartori la provisión de material bibliográfico para consulta.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ARAKELIAN, J.P. 1975. *El pistacho y su cultivo. Trabajo de graduación. Facultad de Agronomía. 35 páginas. Inédito.*
- 2) ARGENTINA. 1958, 1962, 1963, 1981 y 1986. *Estadísticas climatológicas N°3, N°6, N°35 y N°36, series 1941-1950, 1951-1960, 1961-1970 y 1971-1980 y Datos Pluviométricos N°: 1921-1950. Servicio Meteorológico Nacional, Buenos Aires.*
- 3) AYFER, M. 1967. *La culture du pistachier en Turquie. Fruits, 22(8):351-367.*
- 4) BAILEY, L.H. 1943. *The Standard Cyclopedia of Horticulture. The MacMillan Company, Vol III p. 2648-2650.*
- 5) BLONCH, F. and J.E. BREKKE. 1960. *Processing of Pistachio Nuts. Economic Botany, 18(2):129-144.*
- 6) BURGOS, J.J. 1968. *World trends in agroclimatic surveys. UNESCO. Agroclimatological methods. Proc. of the Reading Symposium, p. 211-224.*
- 7) CARUSO, T.; A. MONTISI e A. RAIMONDO. 1987. *Osservazioni preliminari sul ciclo biologico annuale del pistacchio. Rev. de Frutticoltura, 49(12):67-71.*
- 8) CRANE, J.C. and I. AL-SHALAN. 1977. *Carbohydrate and nitrogen levels in Pistachio branch as related to shoot extention and yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 102(4):396-399.*
- 9) CRANE, J.C. and F. TAKEDA. 1979. *The unique response of the Pistachio tree to inadequate winter chilling. Hort. Science, 14(2):135-137.*
- 10) DAMARIO, E.A. 1969. *Carta estimada de horas de frío en la República Argentina. Rev. Fac. Agr. y Vet. de Buenos Aires., 17(2):25-38.*
- 11) DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1983. *Disponibilidades calóricas regionales para diferentes cultivos en la Argentina. Rev. Fac. Agr., 4(1):45-58.*
- 12) DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE. 1984. *Fechas medias estimadas de primeras y últimas temperaturas mínimas perjudiciales para los cultivos en la Argentina. Rev. Fac. de Agr., 5(3):193-211.*
- 13) DE FINA; A.L.; A.J. GARBOSKY y L.J. SABELLA. 1959. *Difusión geográfica de cultivos índices en las provincias de Catamarca y La Rioja y sus causas. INTA. Instituto de Suelos y Agrotecnia. Publicación N°63.*

Posibilidades agroclimáticas...

- 14) DE FINA, A.L.; F. GIANETTO y J.L. SABELLA. 1961. *Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de San Luis y sus causas*. INTA. Instituto de Suelos y Agrotecnia. Publicación N°73.
- 15) DE FINA, A.L.; F. GIANETTO y J.L. SABELLA. 1962. *Difusión geográfica de cultivo índices en la provincia de San Juan y sus causas*. INTA. Instituto de suelos y Agrotecnia. Publicación N°80.
- 16) DE FINA, A.L.; F. GIANETTO; A.E. RICHARD y L.J. SABELLA. 1964. *Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de Mendoza y sus causas*. INTA. Instituto de Suelos y Agrotecnia. Publicación N°83.
- 17) EVREINOFF, V.A. 1957. *Le pistachier. Etude pomologique. Primeurs de l'Afrique du Nord*, 27(186):19-31.
- 18) GREAT BRITAIN, 1958. *Tables of temperature, relative humidity and precipitation for the world. Part I/VI. Meteorological Office. Her Majesty's Stationary Office. London.*
- 19) HULL, J.L.; J.R. DUNBAR; E.J. DE PETERS; H.R. TERENISHI and N.K. McDOUGALD. 1989. *Pistachio culls acceptable in livestock feed. California Agriculture*, 43(3):28-29.-29.
- 20) JOLEY, L.I.E. 1969. *Pistachio, In: Handbook. N. Amer. Nut trees, ed. R.A. JAYNES, 348-361- Geneva, N.Y.*
- 21) KHALIFE, T. 1959. *Recherches sur la culture du pistachier en Syrie. Institut Agronomique de l'Etat, Gembloux. 237 p. Avril, 1959.*
- 22) KIMBALL, M.H. and F.A. BROOKS. 1959. *Plant climatics of California. California Agriculture*, 13(5):7-12.
- 23) MAGGS, D.H. 1973. *The pistachio as an Australian crop. J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 39:10-17.
- 24) MAGGS, D.H. 1981. *Pistachio cultivar. Siroso I. Aust. Agric. Sci.*, 47(2):109-110.
- 25) MAGGS, D.H. 1982. *An introduction to pistachio growing in Australia. CSIRO, 36 p.*
- 26) MARANTO, J. and J.C. CRANE. 1982. *Pistachio production. Leaf 2279. University of California. Division of Agricultural Sciences, 17 p.*
- 27) PECH, H. 1953. *Le pistacher en Syrie. Fruits*, (8):479-487.
- 28) PROCOPIOV, J. 1973. *The induction of earlier blooming in female pistachio trees by mineral oil DNOC winter spray J. Hort. Sci.*, 48(4):393-395.
- 29) SPERANZA, F. 1960. *La coltivazione del Pistachio tra le colture specializzate in Sicilia. Agricoltura*, 9(2):76-82.
- 30) THORNTHWAITE, C.W. 1963. *Average climatic water balance data of continents: Part IV. Australia, New Zeland and Oceania. Publications in Climatology, 16(3), Centerton N.J.*
- 31) TÜREL, S.S. and M. AYFER. 1959. *Improvement of pistachio nut production. Report to the government of Cyprus. Expanded Technical Program FAO N°1015, Rome, 23 p.*
- 32) SPINA, P. 1962. *Il Pistachio. L'Italia Agricola*, 99:477-492.
- 33) U.S.A. 1941. *Climate and Man. Yearbook of Agriculture. U.S. Department of Agriculture. Washington. D.C. 1248 P.*
- 34) WHITEHOUSE, W.E. 1959. *The pistachio nut. A new crop for the Western United States. Economic Botanic*, 11(4):281-321.
- 35) WHITEHOUSE, W.E. and L.I. E. JOLEY, 1957. *The propagation and culture of the pistachio nut. Series I. Evaluation of foreing fruits and nuts N°6. Department of Agriculture, U.S.A., 9 p., February 1957.*