

CONTRIBUCIÓN ECOCLIMÁTICA PARA EL DESARROLLO FRUTÍCOLA DE MICHUOACÁN, UN PARAMETRO: HELADAS

Teresa Reyna Trujillo*

RESUMEN

En los últimos decenios, Michoacán ha destacado como productor y exportador de frutales, principalmente de aguacate, limón mexicano, mango y melón. Sin embargo, esto puede verse afectado por la presencia de heladas que limitan la producción; en la presente investigación se analizan, cuantifican y sugieren algunas medidas para evitar las pérdidas que dichos fenómenos climáticos provocan a tan importante actividad.

SUMMARY

In the last years, Michoacan has been outstanding for the production and exportation of fruit, especially of avocado, Mexican lemon, mango and melon. However, this situation can be limited by the presence of frost, which may diminish its production. In the present research, measures to avoid loss due to this climatic sinister are analyzed, quantified and suggested so that this important activity continues to develop.

INTRODUCCIÓN

Michoacán ha destacado en los últimos años (1968-1988) como uno de los principales productores y exportadores de fruta en el país; así, por ejemplo, ya desde 1972, Arredondo mencionó que: "durante 1971 Michoacán logró colocarse en el primer lugar como exportador de frutas frescas e industrializadas, y que de los 757.2 millones de pesos que obtuvo el país por exportaciones, 278.9 millones de pesos (36.84%) correspondieron al valor obtenido por Michoacán en este concepto; de éstos, 177.4 millones fueron obtenidos de fruta fresca y 101.5 millones por productos industrializados. La superficie agrícola cosechada en ese año, para todos los cultivos, fue de 825 000 hectáreas de las cuales 780 733 (95%) se destinaron a cultivos no frutícolas y las 44 267 hectáreas restantes (5%) se cultivaron con 31 especies de frutales, destacándose entre las más importantes: aguacate, fresa, melón, limón mexicano, mango, durazno, pera, manzana, guayaba y plátano", p. 1-2.

Según el mismo autor (1977), para 1976 estaban ya bajo cultivo 32 especies frutícolas que ocuparon una superficie mayor (48 000 hectáreas) que la antes mencionada y que produjeron 481 000 toneladas de fruta; dicha producción fue aportada por 71 de los 112 municipios que integran el estado. Básicamente, el frutal más importante y que mayores ganancias reportó para la entidad fue el aguacate. Situación que

* Investigadora. Instituto de Geografía, UNAM.

se siguió observando y que Reyna (1981) enfatiza al considerar que, si bien la superficie frutícola sigue en aumento (64 000 hectáreas sembradas con 35 especies), sigue siendo el aguacate el que mayor superficie ocupa (38 981 hectáreas), equivalente al 60.90% de la total bajo cultivo.

CONAFRUT, ya desde 1976, reporta que a nivel nacional Michoacán es el primer productor de aguacate, pera y tejocote. Años después se mantiene esta situación seguido por Puebla, Veracruz y el estado de México, Reyna (1983), que son también altamente productores de aguacate.

Pero el aguacate no sólo es importante por la superficie que ocupa en Michoacán, por la alta producción que de él se obtiene. Gallegos (1983) menciona que, además de las bondades ya mencionadas, representó un valor agregado de 7 200 millones de pesos y dio ocupación a 15 000 jornaleros.

Para 1985, el Centro Regional de Desarrollo Frutícola, General Ignacio López Rayón, de la CONAFRUT, en Uruapan, Mich., estimó que la superficie comercialmente ocupada por diversas variedades de aguacate en los municipios altamente productores, como Uruapan, Tacámbaro, Peribán, Tingüindín y Chilchota (entre otros), que forman parte de la primera gran región aguacatera del estado (Mapa I), fue superior a 79 000 hectáreas; se obtuvieron 386 000 toneladas de fruta (el 75% de la producción estatal) y su valor fue de 28 959 525 000 de pesos. Amén de las plantaciones de la otra región aguacatera, de mucho menor importancia (Apatzingán, Coalcomán, etc.), y de las que se tienen en "solares" o pequeños huertos familiares que existen, propiamente, en toda la entidad y que aportaron el otro 25% de la producción.

Por lo antes expuesto, puede observarse que Michoacán ha tenido una tendencia marcada hacia el desarrollo de la fruticultura, con algunos frutales en particular, como es el caso del aguacate. Desarrollo que en gran parte se ha visto beneficiado por las características físico-geográficas y, por ende, ecológicas imperantes en su territorio, que han permitido la adaptación y explotación de diversos frutales.

Dentro de los factores físico-geográficos indudablemente se encuentra el clima como uno de los que ha favorecido en gran medida la fruticultura, y hasta el mismo Arredondo (op. cit.) lo considera "benigno" para esta actividad. Sin embargo, la fruticultura se ha enfrentado a serios problemas, entre ellos la falta de planificación en la producción frutícola, conllevando problemas comerciales que presentan fundamentalmente algunas especies que al llegar al mercado tienen mala presentación y mala calidad.

Por otra parte, el clima mismo, a pesar de ser "benigno", puede en ocasiones ser limitante para el desarrollo armónico de la fruticultura en la totalidad de la entidad, ya que es muy variado según la región del estado de que se trate, y en ésta inciden en forma específica elementos particulares tales como temperatura, precipitación, siniestros climáticos (heladas, sequías, granizadas, etc.) que, como se sabe, juegan un papel muy importante en cada uno de los estadios que conforman el ciclo vegetativo de los frutales.

Objetivos

Esta investigación pretende realizar un análisis concienzudo de las condiciones altitudinales y la repercusión en el comportamiento térmico en la entidad, enfatizando principalmente en uno de los peores siniestros para la fruticultura en

el mundo y, por ende, en nuestro país, como es la presencia de heladas, parámetro que es específicamente el que se cuantifica y que en la actualidad es determinante para seguir o no incrementando la superficie frutícola cultivable, sobre todo con aguacate, frutal que, ya se dijo, ha alcanzado una importancia económica notable en el estado, pero al cual se le pretende seguir plantando en regiones boscosas en las que por su considerable altitud (más de 2 300 msnm) se presentan desde cambios bruscos en las temperaturas otoñales e invernales, hasta temperaturas muy por abajo de 0°C que resultan en muchas ocasiones letales para éste y otros frutales, desperdiçando, de esta manera, espacios ocupados inicialmente por ecosistemas de pinos o de pino-abetos que sí estaban adaptados a esas condiciones térmicas, Reyna (1975).

Preocupación que, por otra parte, es compartida con Nieto (1974) quien asevera que en nuestro país el problema de las heladas en frutales es muy importante, pues su cultivo se establece en altitudes considerables; aunque aclara que los riesgos en árboles de pepita (manzana, membrillo, pera, etc.) son menores puesto que éstos son de floración tardía; pero, en cambio, aun árboles de hueso (durazno, chabacano), en varias entidades frutícolas como Chihuahua, Aguascalientes, etc., se han visto dañados seriamente por los efectos de las heladas y, peor todavía, aquellos frutales, como aguacate y cítricos, que son muy sensibles a los efectos de dicho fenómeno.

Metodología

Para llevar a cabo este estudio se ubicó geográficamente al estado y dentro de él a las 105 estaciones meteorológicas que han funcionado por un período mínimo de diez años hasta por más de cuarenta (desde su inicio hasta 1982). Los datos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y por la Dirección de Climatología de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Se trabajaron año por año y posteriormente se vertieron en mapas donde se presenta al siniestro en tiempo y espacio.

En cuanto a los datos frutícolas, fueron tomados de los archivos de la CONAFRUT, de la Dirección General de Economía Agrícola y, particularmente, de los existentes en el Centro Regional de Desarrollo Frutícola de Uruapan, Mich., donde también se nos ayudó a realizar el trabajo de campo.

Meteorológicamente, las heladas se presentan cuando la temperatura desciende a valores iguales o menores de 0°C, pero desde el punto de vista agrometeorológico se consideran como heladas los tiempos en que no necesariamente la temperatura es inferior a 0°C, sino que aun permaneciendo por arriba de 3 a 4°C, los cultivos, la vegetación natural, o ambos, sufren daños por deshidratación.

En el presente trabajo y por la forma en que se manejan la estadística de este siniestro, las heladas se cuantificaron, en gran medida, de acuerdo con el criterio meteorológico. Se clasificaron desde el punto de vista tradicional, por la época de su ocurrencia, en: otoñales o tempranas, invernales, y primaverales o tardías. De la misma manera se hace referencia general a los principales procesos físicos que las inducen (advección, radiación, mixtos y evaporación).

Se indica, también, que, por los efectos visuales, en Michoacán se padecen tanto heladas blancas como negras, aunque en los registros meteorológicos no se hace la distinción entre una y otra.

Resultados

Algunas de las heladas que se registran en el estado parecen deberse a la invasión de masas de aire frío procedentes de las regiones polares (sur de Canadá, grandes porciones del norte de los Estados Unidos de América) cuya acción dura varios días y causan mayores daños cuando dichas masas de aire frío se deslizan por abajo de los 1 500 msnm. Estas son las heladas por advección, de carácter macroclimático, es decir, que cubren grandes extensiones de nuestro país, y ante la continua renovación de aire frío poco se puede hacer para protegerse contra ellas. Bataillon (1969) hace énfasis en que las invasiones invernales de aire frío, al llegar al Eje Neovolcánico producen heladas de consideración; Michoacán está atravesado por dicho eje, así que la parte norte del estado sufre durante el invierno los efectos de estas ondas frías.

Las más frecuentes en Michoacán parecen ser las heladas de radiación que se originan por la pérdida de calor nocturno que sufren las plantas y el suelo, que ceden, a su vez, a la atmósfera circundante. Dicha pérdida de calor va acompañada de ausencia de vientos, cielos despejados y sequía atmosférica. Son heladas de carácter microclimático, es decir, son muy localizadas, muy regionales y cubren pequeñas superficies.

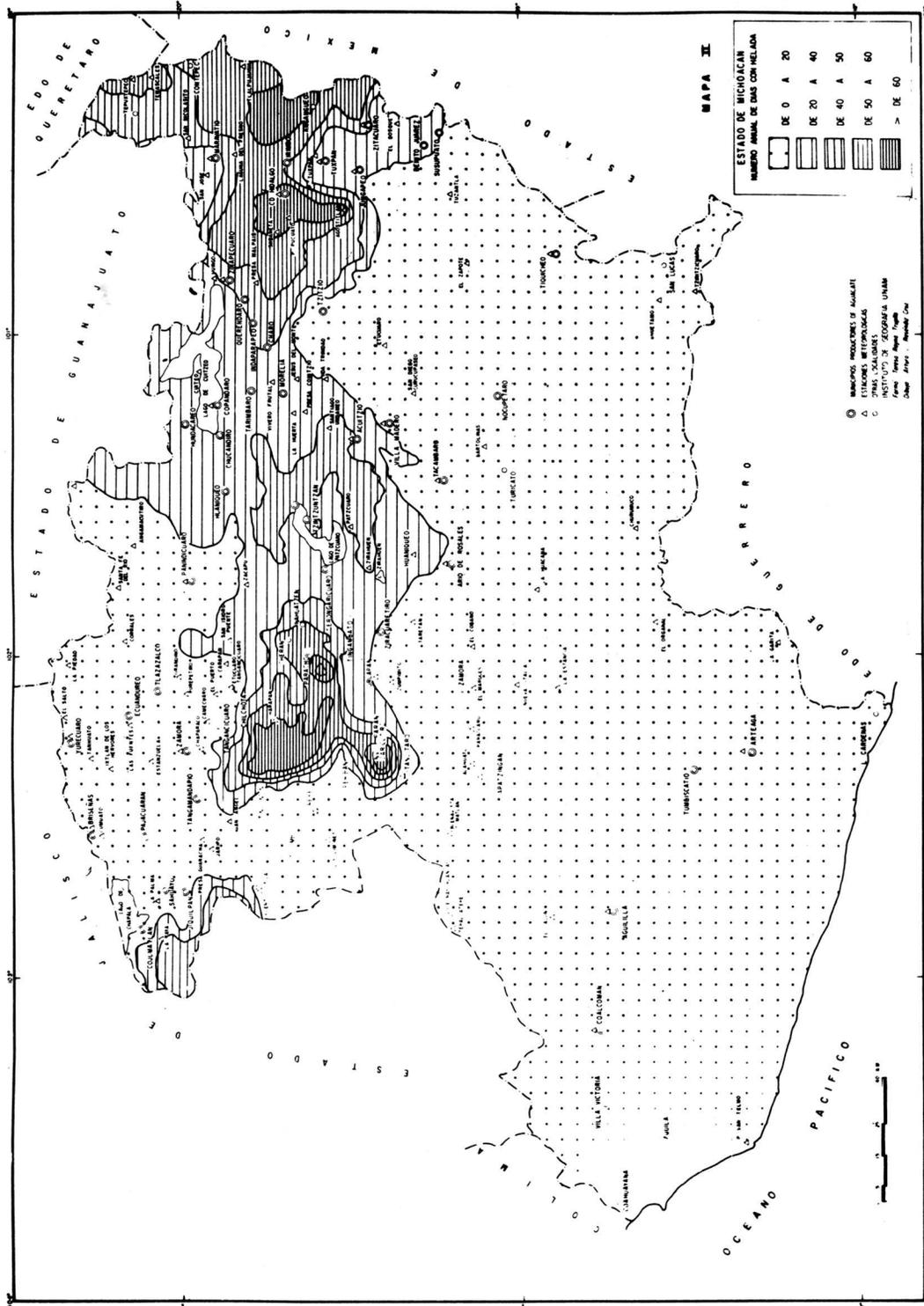
Su presencia está muy ligada a la topografía del terreno, su pendiente y su microrrelieve, observándose que tiene lugar una inversión de la temperatura y que el aire frío que se encontraba en las partes más altas del terreno se desliza, por su mayor peso, hacia los pequeños valles u hondonadas donde se estanca por varias horas, hasta que se rompe dicha estabilidad cuando se empiezan a calentar todas las capas por la presencia del sol matinal, se inicia una turbulencia, se mezclan capas de aire frío y caliente y viceversa, reiniciándose, así, la circulación normal de los vientos.

Según Torres Ruiz (1983) las heladas mixtas son la combinación de las dos anteriores; en la entidad se pueden presentar en sus tres modalidades: advección y radiación simultáneas; radiación precedida por fenómenos leves de advección, casos, ambos, en los que las temperaturas más frías se registran muy cerca del suelo y ocasionan daños en raíces y tallos. Y, por último, advección seguida inmediatamente por radiación, cuyos efectos se dejan sentir principalmente en las copas y follaje de los árboles.

Las heladas por evaporación son poco frecuentes. Se generan cuando hay baja humedad relativa y presencia de corrientes de aire seco que provocan evaporación marcada del agua que está sobre las plantas que, al pasar al estado gaseoso, ocasiona pérdida de calor a los tejidos vegetales que llegan a experimentar fuertes enfriamientos. Generalmente los cultivos hortícolas y florícolas son los más dañados por poseer tejidos muy sensibles y delicados, no así los frutales que son menos sensibles.

En Michoacán las particulares condiciones altitudinales (desde el nivel del mar hasta más de 3 000 msnm), aunadas a la irregular topografía compuesta por macizos montañosos muy elevados e innumerables valles y hondonadas, favorecen notablemente la presencia hasta de los cuatro tipos ya descritos.

Los resultados de la investigación sobre las heladas, en la entidad, se manifiestan de manera objetiva en los siguientes mapas:



HELADAS EN MICHOACAN

Cuadro A

Estación	Altura en mm	Promedio anual	Mes con mayor número	Mes con menor número
REGION 1				
Acahuato	700	0.0	-	-
Aguililla	975	0.0	-	-
Apatzingán	500	0.0	-	-
Bartolinas	1400	0.0	-	-
Buenavista Tomatlán	500	0.0	-	-
Churumuco	190	0.0	-	-
El Cajón	296	0.0	-	-
El Cobano	577	0.0	-	-
El Marqués	540	0.0	-	-
El Organal	155	0.0	-	-
El Zapote	500	0.0	-	-
Huetamo	427	0.0	-	-
La Estancia	165	0.0	-	-
La Garita	86	0.0	-	-
La Huacana	550	0.0	-	-
Los Reyes	1280	0.0	-	-
Nueva Italia	450	0.0	-	-
Parácuaro	589	0.0	-	-
Piedras Blancas	390	0.0	-	-
Punta San Telmo	70	0.0	-	-
Susupuato	1560	0.0	-	-
Tepalcatepec	795	0.0	-	-
Tiquicheo	502	0.0	-	-
Tuzantla	615	0.0	-	-
Arteaga	1040	0.1	febrero 0.1	-
Los Limones	1200	0.1	enero 0.1	-
El Salto	1650	0.3	enero 0.2	diciembre 0.1
Tacambaro	1820	0.6	enero 0.6	-
Cotija de la Paz	1751	1.1	diciembre 0.4	febrero 0.1
Coalcomán	1076	1.3	febrero 0.6	dic, mar 0.1
Carapan	1950	1.8	diciembre 1.4	febrero 0.1
Ario de Rosales	2042	2.4	diciembre 1.4	febrero 0.1

Estación	Altura en mm	Promedio anual	Mes con mayor número	Mes con menor número
Etucuario	1750	2.4	diciembre 1.0	febrero 0.2
Chaparaco	1635	3.2	enero 1.9	febrero 0.5
Presa Guaracha	1735	3.3	diciembre 1.1	noviembre 0.4
Presa Tuxpan	1800	3.4	enero 1.4	noviembre 0.1
Orandino	1633	4.1	enero 2.2	noviembre 0.1
Yurécuaro	1567	4.5	diciembre 1.7	noviembre 0.8
Jaripo	1629	4.7	enero 1.6	febrero 0.5
La Palma	1527	5.0	diciembre 1.6	marzo 0.1
Santa Fe del Río	1600	5.0	diciembre 2.0	noviembre 0.1
Cumuato	1536	5.1	enero 2.2	nov, dic 0.9
Zamora	1567	5.3	enero 2.2	octubre 0.2
El Bosque	1400	3.8	enero 2.0	octubre 0.1
Tanhuato	1540	5.6	diciembre 2.2	febrero 1.3
Uruapan	1611	6.1	enero 2.1	marzo 0.2
Campamento Corrales	1680	8.1	enero 2.8	oct, mar 0.1
Briseñas	1517	8.4	diciembre 3.2	marzo 0.2
Ixtlán de los Hervores	1540	8.4	enero 2.6	noviembre 0.5
La Piedad	1695	8.6	enero 3.7	marzo 0.2
Presa Cointzio	1997	8.6	enero 3.5	febrero 1.8
Urepetiro	1800	9.6	enero 3.7	noviembre 0.4
Zitácuaro	1993	10.3	enero 4.0	octubre 0.5
Cuitzeo del Porvenir	1831	12.3	enero 4.1	octubre 0.1
San Nicolasito	2010	13.7	enero 5.1	marzo 0.5
San Angel	1600	14.0	dic, ene 4.2	marzo 0.2
Angamacutiro	1650	14.6	enero 4.9	marzo 0.5
Puerto Cotija	1900	15.9	enero 5.1	octubre 0.2
Camécuaro	1630	16.0	enero 7.0	noviembre 1.0
Las Fuentes	1575	16.8	enero 8.0	marzo 1.0
Laguna del Fresno	2070	17.0	enero 6.1	marzo 0.4
Villa Madero	2155	17.2	enero 6.8	febrero 5.6
El Puerto	1526	17.3	enero 5.8	marzo 0.5
Tepuxtepec	2330	17.4	enero 5.7	octubre 0.1
REGION 2				
Morelia	1941	21.4	enero 7.0	noviembre 2.3
Tuxpan	1772	21.4	enero 6.0	marzo 0.6

Estación	Altura en mm	Promedio anual	Mes con mayor número	Mes con menor número
La Raya	1600	23.0	enero 7.0	marzo 0.4
Copándaro	1826	24.1	diciembre 13.0	marzo 4.1
Jesús del Monte	1950	26.4	enero 16.5	octubre 4.0
Huaniqueo	1958	27.7	enero 7.4	febrero 6.6
Maravatío	2013	32.8	enero 12.2	oct, mar 0.8
Presa Malpaís	1831	33.3	enero 10.7	marzo 1.4
Zinapécuaro	1840	34.8	enero 12.6	marzo 0.3
Charapan	2200	38.0	enero 12.1	octubre 0.4
REGION 3				
Pátzcuaro	2132	41.0	enero 13.9	febrero 1.7
Zirahuén	2174	44.0	enero 20.1	noviembre 4.0
Acuitzio del Canje	2000	46.0	enero 14.9	noviembre 4.3
Puente San Isidro	2200	46.6	enero 13.7	octubre 0.2
Santiago Undameo	2004	47.2	enero 15.4	octubre 0.8
REGION 4				
Temascales	2470	60.0	enero 17.0	abril 1.1
REGION 5				
Presa Sabaneta	2503	64.0	febrero 15.7	octubre 1.8
Presa Pucato	2506	78.5	febrero 18.6	octubre 1.8
Ciudad Hidalgo	2000	86.0	enero 21.8	octubre 3.7
Agostitlán	2500	87.0	febrero 21.9	octubre 0.6

Nota:

El resto de estaciones que aparecen en el mapa (21) sólo fueron de apoyo, pues los periodos de registro eran discontinuos, y poco lógicos.

- - - Estaciones donde nunca se han registrado heladas.

Número anual de días con heladas (Mapa II y Cuadro A).

Para el periodo 1921-1982, dentro del estado, se pudieron detallar cinco zonas principales:

1. Zona donde se reciben de 0 a 20 heladas, en promedio, al año.

Localizada en toda la planicie costera así como en la cuenca Balsas-Tepalcatpec, hasta 1 300 a 1 500 msnm aproximadamente.

Capel y Castillo (1984) consideran que "al sur del paralelo 18°, en los litorales de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, las temperaturas mínimas extremas, marcadamente elevadas, evitan la presencia de heladas, ya que se ubican en la zona próxima a las bajas ecuatoriales que son regiones barométricas muy calurosas" p. 58.

Agregan, además, que las posibilidades de heladas son aun menores, dado que el alto contenido de la masa de aire superficial, al elevar la temperatura, reduce la amplitud de la oscilación térmica diaria (diferencia poco marcada entre las temperaturas máximas y mínimas diarias).

Las heladas van aumentando a medida que se penetra al continente (principio de continentalidad) y también por la presencia de mayores altitudes en lo que constituye propiamente la Sierra Madre del Sur, conocida regionalmente como Sierra de Coalcomán y del Espinazo del Diablo, donde se sitúan, entre otros, municipios como Coalcomán y Arteaga que, sin ser altamente productores de aguacate, sí lo producen, además de limón y mango criollo, así como algunos otros perennes como la guayaba y hortalizas (tomate, jitomate, chile, calabaza) y que, al decir de varios campesinos, han sufrido daños severos por la presencia de bajas temperaturas, sin que éstas, necesariamente, hayan llegado a heladas, aunque debe hacerse notar que, en promedio, estas localidades reciben hasta más de una al año que pueden ocurrir de diciembre a marzo.

Pero, sobre todo, valores de 3 a 20, se han registrado, en muchos de los años aquí analizados, prácticamente en toda la principal región aguacatera del estado y, así, productores tan importantes como Uruapan, Peribán, Ario de Rosales, Villa Madero, Tingüindín, Cotija y Yurecuáro, al noroeste y norte del estado, respectivamente, han visto mermada seriamente su producción; y aun cuando también se cultivan algunos caducifolios como durazno, membrillo y tejocote, han sido éstos, en última instancia, los menos perjudicados por las heladas, no así el aguacate que es mucho más sensible a ellas.

En esta zona las condiciones altitudinales están aunadas a una irregular topografía compuesta por pequeños valles y porciones montañosos elevadas (más de 1 600 msnm), propiciando, desde la época otoñal, drenaje de aire frío que se estanca en los valles, y se producen heladas que repercuten en la economía familiar y municipal.

Ante esta preocupación, Reyna (1973) hizo un primer análisis sobre la repercusión de este siniestro en la producción de aguacate, particularmente en el municipio de Uruapan. Para los últimos decenios, baste tan sólo mencionar que en gran parte de la mejor región aguacatera de Michoacán, en febrero de 1976 se produjeron fuertes heladas que provocaron pérdidas económicas de gran consideración, y aunque falta una estadística global, que no pudo obtenerse en el estado ni en la Aseguradora Nacional Agropecuaria, mencionaremos algunos datos que nos fueron proporcionados en su momento y en sitios específicos.

En la población de Cahuite, municipio de Gabriel Zamora, la mayoría de las huertas familiares o parcelas sufrieron graves daños: algunas de media hectárea o hasta de cinco tuvieron pérdidas que llegaron a \$ 600 000.00 ya que no tan sólo se heló la cosecha de aguacate Hass, Fuerte y Criollo, sino también la de guayaba, sidra, cafeto, lima, naranja y hortalizas.

En huertas comerciales de Tingüindín, como en la denominada El Sol, con 11 hectáreas plantadas con aguacate Hass, Fuerte y pocos ejemplares de Criollo, las pérdidas se calcularon en \$ 1 200 000.00. Y todavía mayores daños se registraron en grandes huertas comerciales del municipio de Uruapan, pues por una helada en la noche del 23 al 24 de febrero se reportaron pérdidas de hasta \$ 10 000 000.00 por huerta, ya que en una sola de 50 o de hasta 70 hectáreas plantadas con aguacateros mayores de 10 años, en plena producción, se perdió fruta, follaje e incluso hubo rotura de troncos y raíces; muchos árboles tuvieron que ser derribados y substituidos por otros nuevos que tardaron hasta 1981 en dar producción normal, y otros más fueron tratados con objeto de evitar ataques posteriores por enfermedades de origen fungoso principalmente.

En el Centro de Desarrollo Frutícola de Uruapan, Mich., se estimó que la producción de aguacate en la superficie cultivada con árboles en edad productiva de las seis grandes regiones productoras de este frutal (Uruapan, Tacámbaro, Peribán, Zitácuaro, Tingüindín y Chilchota) sería, en 1983, de 236 448 toneladas, cuyo valor de producción llegaría a 7 093 440 000 de pesos; sin embargo, a pesar de esta bondadosa estimación, se hizo un importantísimo llamado de atención, cuyos efectos reales, desgraciadamente, no pudimos encontrar estadísticamente: "Sobre este cálculo estimativo deberán tomarse en consideración los factores climáticos que por fuertes descensos de temperatura afectaron la floración y fructificación incipiente, cuya causal determina bajas en la producción, estimándose porcentajes de merma que van del 20 al 90%, de conformidad con observaciones hechas de los daños causados por heladas en unidades productivas".

Aun sin conocer la cifra total que se perdió por el efecto nocivo de las bajas temperaturas, el dato permite visualizar el problema tan serio que, económicamente, significa la presencia de ellas.

2. De 20 a 40 heladas al año.

Se padecen en la zona que bordea hacia el norte a la antes descrita, donde dominan altitudes entre 1 500 y 2 000 msnm, abarcando gran parte de la Sierra Tarasca donde quedan Tancítaro, Tingambato, Erongarícuaro y parte del noreste del estado abarcando Maravatío y Tuxpan; en esta región se cultiva también ampliamente el aguacate que puede verse afectado seriamente por el siniestro.

Jáuregui y Soto (1970) mencionan que las temperaturas del aire inferiores a 0° se presentan principalmente en la región elevada del norte de Michoacán, en general en los lugares arriba de la cota de 1 800 msnm, así que la meseta tarasca, en la región centro-norte del estado, se ve influida hasta por 40 o más heladas al año y, por lo mismo, es de las más dañadas. Criterio compartido por Capel y Castillo (1984) que dicen que en el Eje Neovolcánico, en cotas por arriba de 2 000 metros, las temperaturas en el transcurso del año son bajas, pero que descienden notablemente en los meses invernales, hasta llegar a provocar heladas de considerable intensidad en dicha región.

3. De 40 a 50 heladas al año.

Tienen lugar en porciones más elevadas de 2 000 m, sobre el resto de la Sierra Tarasca, como en Nahuatzen y otros poblados menores; también en Pátzcuaro, Quiroga y Acuitzio, e Indaparapeo y Queréndaro, al norte del estado.

Capel y Casillo (op cit) consideran que las posibilidades de heladas en estas zonas se ven incrementadas por el escaso contenido de vapor de agua de la masa de aire superficial, aparejado con fuertes descensos en la oscilación térmica diaria, generados fundamentalmente por el factor altitudinal que se define de manera más marcada en las dos últimas zonas que se mencionan a continuación.

4. De 50 a 60 heladas al año.

Son recibidas en laderas montañosas con altitudes cercanas a 2 800 m, sobre la Sierra Volcánica Transversal, situación que se tiene en Cherán y Paracho, así como en gran parte de la Sierra de San Andrés, del Oro y de Angangueo, zonas cubiertas originalmente por bosques de coníferas (Reyna, 1975) y actualmente cultivadas con durazno, pera, membrillo y manzana, principalmente, que pueden verse poco dañadas si las variedades de ellas son de maduración temprana, ya que si son de maduración tardía y no han entrado en letargo o reposo se ven expuestas a daños ocasionados por la primera helada y, sobre todo, por las heladas tardías que suelen ser las más dañinas porque ocasionan pérdidas muy altas en la floración y, por ende, en la fructificación.

5. Más de 60 heladas al año.

Sólo se reciben en pequeñas porciones donde las altitudes son de alrededor de 3 000 m, como en el volcán Paricutin y el cerro de Tancitaro; en las partes más elevadas de la Sierra y cerro de Patambán, así como en el cerro de San Andrés y los picos más altos de la Sierra de Angangueo. La presa Sabaneta, Ciudad Hidalgo, Agostitlán y Angangueo son de los sitios del estado de Michoacán que se ven invadidos, año con año, por un alto número de heladas que puede llegar a ser, incluso, superior a 80.

Para el estado, en general, es enero el mes en que con mayor frecuencia se presentan (72%), seguido por diciembre (20%), y en febrero y otros meses el restante 8%.

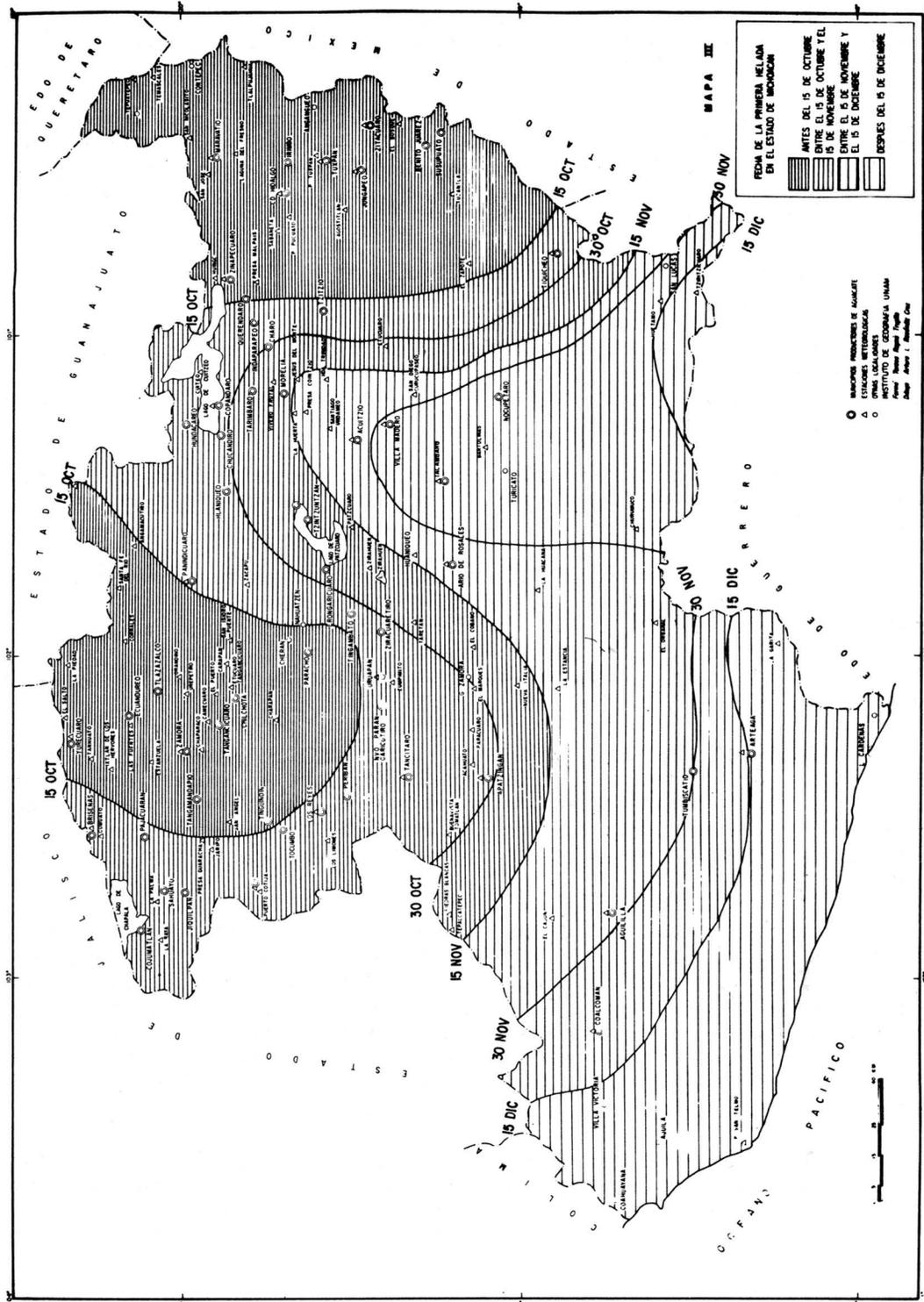
Notese que, en promedio (Cuadro A), áreas de Ciudad Hidalgo y Agostitlán registran heladas, en enero, hasta en 22 días, es decir, casi en todo el mes.

Mes con menor número de días con heladas.

Es la etapa que puede considerarse como la de primer enfriamiento del año. Las heladas se presentan en menor cuantía y son los meses otoñales, como octubre y noviembre, los que tienen menor frecuencia, aunque puede darse el caso de que marzo, y esporádicamente abril, reciban también muy pocas.

Fecha de la primera helada (Mapa III, Cuadro B).

En el 40% de los casos analizados la primera helada se registra durante la primera quincena de octubre, en el 22.8% suele presentarse en la segunda quincena de octubre; en el 34.4% en noviembre, y lo menos frecuente (2.8%) es que se presente en la primera quincena de diciembre.



Lo más común en las principales regiones aguacateras del estado es que este siniestro se reciba entre el 15 de octubre y el 15 de noviembre.

En años excepcionales, como el de 1979, por ejemplo, tal como lo informó Excelsior (10 y 14 de octubre de 1979), en muchos de los municipios de Michoacán, entre ellos Pátzcuaro, Morelia, Cherán, Zitácuaro, se recibieron heladas prematuras, caídas a fines de septiembre y principios de octubre, que ocasionaron pérdidas millonarias en la producción agrícola del estado (no se precisan cifras al respecto).

Si la primera helada o temprana se presenta cuando los caducifolios (manzana, pera, durazno, tejocote, membrillo, etc.) ya están en reposo o letargo los daños son mínimos, pero para los perennifolios (lima, limón, aguacate, guayaba, mango, etc.) la simple disminución en la temperatura, sin que se llegue a registrar la helada, puede ser muy nociva.

Fecha de la última helada o tardía (Mapa IV, Cuadro B).

Es más o menos frecuente (24%) que hasta la segunda quincena de marzo pueda producirse ésta; sin embargo, es importante hacer notar que aun hasta en la primera quincena de abril (9.5%) se puede dar una helada, fenómeno que ha ocurrido, por ejemplo, en Maravatío y Yurécuaro, en años particularmente fríos, como lo fue 1960 para el primer sitio mencionado.

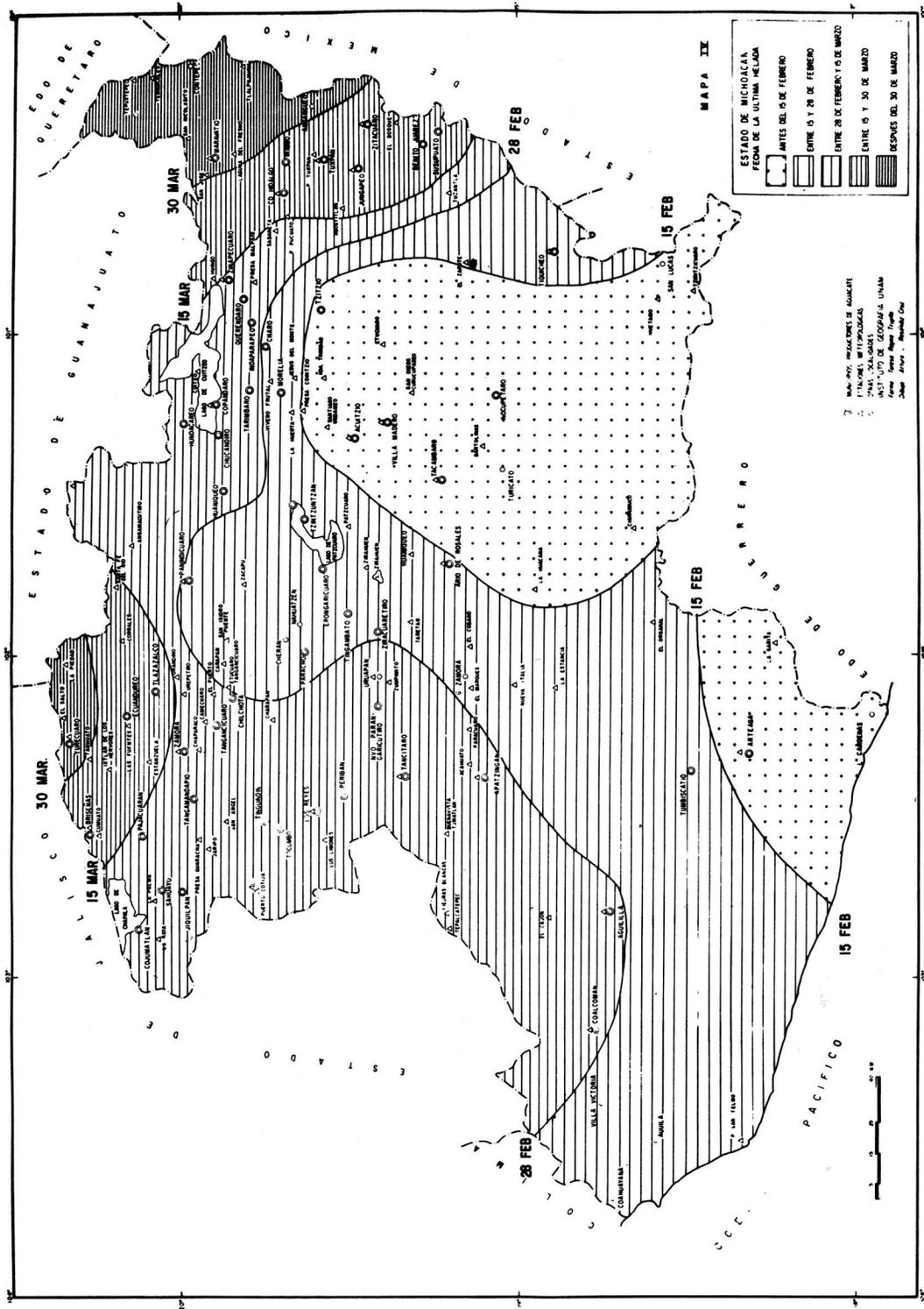
En general, la última helada en las zonas aguacateras de la Sierra Tarasca se registra entre el 28 de febrero y el 15 de marzo, mientras que en las del noreste del estado tiene lugar entre el 15 y el 30 de marzo.

Calderón (1977) opina que las heladas tardías son de temer, provocan el pánico y la incertidumbre entre los fruticultores, y pueden presentarse en épocas e intensidades diferentes de acuerdo con las distintas regiones del país, y abarcan lapsos muy largos de peligro que van desde principios de febrero hasta fines de abril, sin por ello excluir que se puedan presentar, excepcionalmente, en mayo, o hasta en junio.

Muchas de estas heladas tardías son provocadas por la irrupción de masas polares de aire frío provenientes de Estados Unidos, que al avanzar por el territorio michoacano ocasionan disminuciones notables en las temperaturas mínimas, hasta por abajo de 0°C, y van en muchas ocasiones acompañadas de una escasa precipitación; en general, este estado de tiempo es conocido meteorológicamente como "norte". Pueden abarcar grandes superficies.

En ocasiones, estas heladas de advección pueden combinarse con pérdidas marcadas de temperatura del suelo, enfriamiento que es transmitido a la capa de aire próxima a él. Estas son heladas mucho más localizadas y, por lo general, ligadas a situaciones atmosféricas anticiclónicas o de débil gradiente barométrico y, por consiguiente, con noches en calma y despejadas de nubes. Son peligrosas para los cultivos si van acompañadas de escarcha (helada blanca), pero su efecto es menor a aquellas que acontecen cuando la humedad relativa es muy baja (helada negra). Las heladas blancas suelen registrarse en las primeras horas del día.

Durante la época en que se presentan las heladas tardías, los árboles frutales se encuentran en diversas fases fenológicas: apertura de los botones flores, foliares o, incluso, en formación de los frutos, los que se ven seriamente dañados ocasionando pérdidas considerables en la producción, tal como ocurrió en 1976.



ESTADO DE MICHOACÁN
FECHA DE LA ÚLTIMA HELADA

- ANTES DEL 15 DE FEBRERO
- ENTRE 15 Y 28 DE FEBRERO
- ENTRE 28 DE FEBRERO Y 15 DE MARZO
- ENTRE 15 Y 30 DE MARZO
- DESPUES DEL 30 DE MARZO

MAPA DE LAS INUNDACIONES DE AGOSTO DE 1967
ESTADO DE MICHOACÁN
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA
FOTOCOPIADO DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS
Calle Arroyo - Morelia, Michoacán

HELADAS EN MICHOACAN

Cuadro B

Estación	Fecha primera helada	Fecha última helada	Año con mayor núm. de heladas	Año con menor núm. de heladas
El Salto	1a. qna. oct	1a. qna. abr	1962, 1967 (3)	varios (0)
Yurécuaro	1a. qna. oct	1a. qna. abr	1940 (19)	varios (0)
La Piedad	1a. qna. oct	1a. qna. abr	1951 (15)	varios (0)
Tanhuato	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1973 (22)	varios (0)
Ixtlán de los Hervores	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1966 (28)	varios (0)
Campamento Corrales	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1973 (16)	1964, 1974 (4)
Las Fuentes	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1961 (64)	1964 (15)
Santa Fé del Río	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1973 (14)	varios (0)
Angamacutiro	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1973 (24)	1974 (2)
Zamora	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1951 (13)	varios (0)
El Bosque	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1951 (8)	varios (0)
Orandino	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1977 (25)	varios (0)
Urepetiro	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1961 (57)	varios (0)
Chaparaco	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1973 (23)	varios (0)
Camécuaro	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1973 (38)	1974 (3)
El Puerto	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1973 (40)	1974 (2)
Carapan	1a. qna. oct	2a. qna. feb	1967 (7)	varios (0)
Puente San Isidro	1a. qna. oct	2a. qna. feb	1973 (81)	1963 (16)
San Angel	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1962 (29)	1974 (2)
Charapan	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1963 (104)	1974, 1977 (0)
Tepuxtepec	1a. qna. oct	1a. qna. abr	1963 (46)	1967 (3)
Temascales	1a. qna. oct	1a. qna. abr	1971 (86)	1964 (38)
San Nicolasito	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1963 (47)	1964 (8)
Maravatío	1a. qna. oct	1a. qna. abr	1954, 1960 (53)	1964 (15)
Zinapécuaro	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1960 (59)	1964 (13)
Laguna del Fresno	1a. qna. oct	1a. qna. abr	1970 (32)	1974 (6)

Estación	Fecha primera helada	Fecha última helada	Año con mayor núm. de heladas	Año con menor núm. de heladas
Presa Malpaís	1a. qna. oct	1a. qna. mar	varios (55)	varios (19)
Presa Sabaneta	1a. qna. oct	1a. qna. mar	1966 (91)	1969 (26)
Presa Pucuató	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1970 (154)	1967 (52)
Ciudad Hidalgo	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1952 (127)	1969 (36)
Presa Tuxpan	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1971 (13)	varios (0)
Tuxpan	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1950 (39)	varios (0)
Agostitlán	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1969 (128)	1974 (28)
Zitácuaro	1a. qna. oct	2a. qna. mar	1963 (38)	1957 (1)
Briseñas	2a. qna. oct	2a. qna. mar	1940 (31)	varios (0)
Cumuato	2a. qna. oct	2a. qna. mar	1963 (12)	1977 (0)
La Raya	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1973 (54)	varios (0)
La Palma	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1963 (17)	varios (0)
Presa Guaracha	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1963 (5)	varios (0)
Jaripo	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1963 (12)	1964, 1968 (1)
Cotija de la Paz	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1973 (6)	varios (0)
Puerto Cotija	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1973 (9)	varios (0)
Los Reyes	-	-	-	-
Los Limones	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1975 (1)	varios (0)
Buenvista Tomatlán	-	-	-	-
Acahuato	-	-	-	-
Apatzingán	-	-	-	-
Parácuaro	-	-	-	-
Nueva Italia	-	-	-	-
El Cóbano	-	-	-	-
El Marqués	-	-	-	-
Uruapan	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1976 (9)	varios (0)
Copándaro	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1975 (82)	1971 (28)
Cuitzeo del Porvenir	2a. qna. oct	1a. qna. mar	1963 (44)	varios (0)
Tiquicheo	-	-	-	-

Estación	Fecha primera helada	Fecha última helada	Año con mayor núm. de heladas	Año con menor núm. de heladas
Tuzantla	-	-	-	-
Piedras Blancas	-	-	-	-
Susupuato	-	-	-	-
Tepalcatepec	-	-	-	-
Zirahuén	1a. qna. nov	2a. qna. feb	1961 (98)	1973 (26)
Pátzcuaro	1a. qna. nov	2a. qna. feb	1968 (68)	1976 (5)
Morelia	1a. qna. nov	2a. qna. feb	1929 (79)	varios (0)
Jesús del Monte	1a. qna. nov	2a. qna. feb	1963 (50)	1968, 1974 (1)
Etúcuaro	1a. qna. nov	2a. qna. feb	1973 (5)	varios (0)
El Cajón	-	-	-	-
La Estancia	-	-	-	-
El Organal	-	-	-	-
La Huacana	-	-	-	-
Ario de Rosales	2a. qna. nov	2a. qna. feb	1976 (4)	varios (0)
Huaniqueo	2a. qna. nov	1a. qna. feb	1960 (55)	1948 (3)
Presa Cointzio	2a. qna. nov	1a. qna. feb	1973 (33)	1964, 1971 (0)
Santiago Undameo	2a. qna. nov	1a. qna. feb	1961 (80)	1974 (22)
Acuitzio del Canje	2a. qna. nov	1a. qna. feb	1961 (79)	1966, 1967 (0)
Aguililla	-	-	-	-
Coalcomán	1a. qna. dic	1a. qna. mar	1963 (5)	varios (0)
Arteaga	1a. qna. dic	1a. qna. mar	1963 (2)	varios (0)
Churumuco	-	-	-	-
Tacámbaro	1a. qna. dic	1a. qna. feb	1976 (2)	varios (0)
Villa Madero	1a. qna. dic	1a. qna. feb	1972 (52)	varios (0)
Bartolinas	-	-	-	-
El Zapote	-	-	-	-
Huetamo	-	-	-	-
Punta San Telmo	-	-	-	-
La Garita	-	-	-	-

Calderón (*op cit*) dice que han sido las heladas tardías las que han obligado al hombre a buscar técnicas y métodos de lucha y prevención contra ellas. Procedimientos que menciona ampliamente en su obra de 1977 (p. 305-350), que Díaz Queralto (1971) había ya anotado y resumido como práctica de defensa contra heladas, en forma pasiva y activa. Para combatir las en forma pasiva o indirecta mencionó reglas de tipo preventivo que resultan bastante económicas si previamente se toma en cuenta la topografía particular que tenga el terreno, ya que, dependiendo de ésta, se evitará hacer la plantación de frutales en las partes bajas o en los valles, pues en ellos, principalmente durante la noche, se acumula el aire denso y frío que favorece notablemente la presencia de heladas.

Indica como otra medida indirecta, pero muy importante, la correcta elección de especies y variedades resistentes a las heladas, si se sabe que en las áreas por plantar éstas se presentan con mucha frecuencia.

Actualmente los métodos más utilizados en las principales regiones frutícolas del mundo y en algunas de México, pero todavía poco frecuentes en Michoacán, son las prácticas de defensa activa o lucha directa que consisten en evitar, mediante el suministro necesario de calor, que la temperatura crítica de los órganos vegetales descienda por debajo de la que les ocasiona grandes perjuicios, lo que se logra calentando apropiadamente las plantas y el aire que las rodea mediante el consumo de energía térmica, ya sea quemando carburantes: madera, parafina, resina, etc. o, bien, utilizando energía eléctrica.

En los últimos tiempos se encuentran en el mercado equipos completos de calentamiento y combustibles para lograr tal fin. Ballard, desde 1972, mencionó entre los principales combustibles usados en los calentadores (que pueden ser de chimenea corta, larga o de retorno) al aceite diesel, al gas propano líquido y al gas natural, siendo este último el de mayor eficiencia en combustión y en cubrimiento de área.

Los calentadores son más eficientes cuando están acompañados con termómetros sensores que activan una alarma al detectar que la temperatura ambiente desciende del valor crítico (generalmente 4°C), en cuyo momento se produce un encendido automático para contrarrestar la inminente disminución de la temperatura.

Existen muchos otros métodos más, tales como el uso de sistemas de ventilación, de aspersión de agua, formación artificial de nieblas, cubiertas individuales de plástico o de espumas especiales para cada árbol, etc., a los que ya han hecho referencia varios autores, entre ellos Reyna (1982), Torres (1983), Agro-síntesis (1987), etc.

Año con mayor número de heladas (Cuadro B)

En realidad no se nota una tendencia estadística clara sobre este tema; sin embargo, resulta interesante observar que 1963 y 1973 fueron años que se caracterizaron por recibir un elevado número. En el primer caso se presentaron en un 22.72% de las estaciones analizadas y todavía fueron más frecuentes en el segundo año mencionado (28.78%). Aunque aparentemente en 1976 sólo se presentaron en 6.6% de los casos, esto se debió a que no hay homogeneidad en la distribución de las estaciones meteorológicas que registran este fenómeno, pero las observaciones hechas directamente en campo en aquellos momentos, y la evaluación que para el mismo año hiciera el Programa Nacional del Aguacate, en el sentido de que aparentemente más del 50% de

Los árboles de aguacate en producción (3 082 035) sufrieron lesiones en mayor o menor grado, nos indicaron el daño tan severo que se sufrió en gran parte de Michoacán, atreviéndonos a aseverar que ésta fue una helada negra cuyos efectos letales comprobamos, por ejemplo, en grandes huertas comerciales adyacentes al aeropuerto de la ciudad de Uruapan, donde se registraron temperaturas de hasta -9°C.

En el cuadro respectivo puede observarse que hay sitios como la Presa Pucua-to, Ciudad Hidalgo o Agostitlán, en los que en un solo año se registraron más de 120 heladas, lo que repercutió para que el período libre de ellas fuera considerablemente corto y el ciclo agrícola, en general, se viera afectado.

Año con menor número de heladas.

En gran parte de las estaciones meteorológicas analizadas, el registro indica que en varios años no se han presentado; sin embargo, entre las restantes, por muy bajo que sea el número registrado, sobrepasa de 3 o 4.

Periodo libre de heladas.

Por lo analizado anteriormente se deduce que, excepto en la zona costera, cuenca del Balsas-Tepelcatepec y en zonas con 1 200 o 1 300 msnm, donde el período libre de heladas es muy largo, de 365 días o, por lo menos, de 340, en el resto del estado este lapso va disminuyendo hasta llegar a la porción norte y noreste donde se observa que las heladas tempranas u otoñales se presentan desde la primera quincena de octubre y las tardías o primaverales hasta la primera de abril, incluso y, por tanto, es a partir de la segunda de abril y hasta la segunda de septiembre (entre 165 y 170 días solamente) cuando los frutales gozan de temperaturas cálidas con las que completan su ciclo fenológico.

CONCLUSIONES

La presencia de heladas en Michoacán es evidente. Las que con mayor frecuencia se registran son las de radiación, advección, mixtas y, mínimamente, las provocadas por evaporación.

Aunque a través de los datos estadísticos no es posible determinar si las heladas que han afectado al estado son blancas o negras, por el tipo de tiempo meteorológico en que se registran y las condiciones generales de humedad relativa dominante en otoño, invierno y parte de primavera, podría considerarse que la mayoría han sido heladas blancas y ocasionalmente negras que han provocado cuantiosas pérdidas económicas.

Las zonas 1 y 2, desde el punto de vista climático presentan menores problemas para el cultivo de perennifolios; sin embargo, en altitudes mayores de 1 500 msnm deberán elegirse variedades resistentes a disminuciones de temperatura, aunque ésta no llegue a propiciar el desarrollo de heladas propiamente dichas.

Particularmente para el aguacate, aun del grupo Guatemalteco o Mexicano, que según Carvalho (1976) y Calderón (1977) son más resistentes a este fenómeno, su cultivo deberá limitarse a altitudes menores de 2 200 metros, donde por el número de las que se presentan al año pueden sufrirse pérdidas considerables, y, por otra parte, se nota ya un exceso en la superficie plantada con este frutal, lo que en algunos años ha ocasionado excesos en la producción y, por tanto, desequilibrio en la oferta y la demanda.

Posiblemente, como respuesta a este problema de comercialización y también a disponer de una mayor diversidad frutícola, en algunas microrregiones se ha iniciado un proceso, aunque débil todavía, de sustitución del aguacate por otros frutales que son igualmente sensibles, o aún más, a las heladas, como es el caso, por ejemplo, de la *Macadamia tetraphylla* o nuez de Hawai de la que, según Reyna y Rebollo (1987), todavía faltan por conocerse con mayor profundidad todos sus requisitos ecológicos y su aclimatación masiva en el estado.

En último caso, si se va a continuar con la plantación de aguacate, ésta deberá hacerse con los de los grupos Mexicano, Guatemalteco y con híbridos de ambos, como, por ejemplo, con las variedades 3/1, H-670, Zutano, Bacon y Yama, que, según Gallegos (1983), son resistentes a bajas temperaturas.

Las zonas 3, 4 y 5 son adecuadas únicamente para caducifolios, mientras más al norte del estado o a mayores altitudes se deberán seleccionar variedades de frutales que terminen su ciclo fenológico en el período libre de heladas, para que las prematuras no alcancen a dañar la cosecha, y las tardías la floración o los primordios del fruto.

Para la fruticultura altamente comercial de estas zonas se hace necesaria la aplicación de la moderna tecnología antiheladas, con la que proteger, hasta donde sea posible, la producción.

Hasta el momento, y en general, se observó que en Michoacán el uso y mantenimiento de estos equipos son costosos, y escasamente son empleados en unas cuantas huertas comerciales pertenecientes a productores de gran capacidad económica que las mantienen en condiciones óptimas aplicando no sólo ésta sino toda clase de tecnología agrícola. Contrariamente, las huertas mixtas y familiares son de pequeños fruticultores cuyas condiciones económicas no les permiten tener acceso a ninguna tecnología.

En cualquiera de las zonas señaladas en esta investigación, es indispensable ubicar terrenos bien orientados, en laderas y pendientes suaves que reciban una adecuada radiación solar durante el día, que sean húmedos y que estén desprovistos de hierbas y malezas para que, de esta manera, ofrezcan las menores posibilidades de ser invadidos por heladas.

Deben desecharse los valles u hondonadas donde se estanque el aire frío, así como los terrenos ubicados en pases habituales de aire frío, o, bien, protegerlos con cortinas rompeviento.

Es necesario, también, elegir variedades de frutales adecuadas para cada una de las zonas encontradas, de acuerdo con el grado de adaptación o resistencia específica que tengan para las condiciones y siniestros climáticos prevalecientes.

Aunque la intención de la presente investigación no fue hacer el pronóstico de heladas, ya que éste es fundamentalmente trabajo del meteorólogo, sí creemos que el hecho de mostrar ahora su época de ocurrencia, la intensidad y distribución que han tenido en diversas regiones, el tipo y la frecuencia media con que se han registrado en la entidad, podrá ayudar, en gran parte, a que los estudiosos de la dinámica atmosférica encuentren la tendencia meteorológica de estos siniestros y, a su debido tiempo, puedan ser detectados, como sería el caso de la aplicación directa de varios modelos para pronosticarlas con base en los flujos de vorticidad y cambios de transporte por el viento geostrofico (Del Valle Sánchez et al, 1989), así como,

también, pronosticarlas con base en la presencia de aire frío proveniente de anticiclones ubicados en el noreste de la República Mexicana, en contraposición con ciclones del Caribe y las Antillas (Pérez García, 1989).

Es decir, la problemática de las heladas y su impacto agrícola deben ser abordados con la participación de varios profesionistas que aporten mayores y mejores soluciones contra ellas, a fin de que sus conocimientos lleguen oportunamente hasta los campesinos para que puedan enfrentarlas con rapidez y eficacia en beneficio de la producción agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agro-Síntesis. 1987. Protección contra heladas, ¿qué debe hacerse?. p. 32-35. México: Ed. Año Dos Mil.
- Arredondo, C.S. 1972. Notas frutícolas para el estado de Michoacán. p. 1-16. México: CONAFRUT. SAG.
- _____. 1977. "Problemática en los Estados de Michoacán y Guerrero, Zona Pacífico Sur". En Memoria del II Congreso Nacional de Fruticultura. p. 1-7. Morelia: CONAFRUT.
- Ballard, J.K. 1972. "Frost and frost control in Washington orchards" Extension Bulletin 634. Washington: Cooperative. Extension Service College of Agriculture Washington. State University Pullman, Washington.
- Bataillon, C. 1969. Las regiones geográficas en México. México: Ed. Siglo XXI. 231 p
- Calderón, A.E. 1977. Fruticultura General. México: Fuentes Impresores, 759 p.
- Capel, M. J.J. y J.M. Castillo R. 1984. El clima de los Estados Unidos Mexicanos. Almería: Instituto de Geografía Aplicada. 234 p.
- Carvalho, C.F. 1976. El Aguacate. México: Ra. 360 p.
- Centro de Desarrollo Frutícola, General Ignacio López Rayón. CONAFRUT. 1979-1985. "El cultivo del aguacate en el estado de Michoacán". Estimaciones. p. 1-14. Uruapan: CONAFRUT.
- CONAFRUT, SAG. 1976. Notas económico-agrícolas para el estado de Michoacán. p. 1-13. México: La Comisión.
- _____. Archivo de datos estadísticos de la producción frutícola en Michoacán. México: La Comisión.
- Del Valle, S.E. et. al. 1989. "Simulación numérica de las heladas anómalas en la República Mexicana ocurridas en junio 1979". II Reunión Nacional de Agroclimatología. México: (En prensa).
- Díaz, Q.F. 1971. Práctica de Defensa contra heladas. Lérida: Dilagro Ed. 471 p.

- Dirección de Climatología. SARH. Datos climático-estadísticos de estaciones meteorológicas del estado de Michoacán. México: La Dirección.
- Dirección de Economía Agrícola. SARH. Datos estadísticos de producción de frutales en Michoacán. México: La Dirección.
- Excelsior, Miércoles 10 de octubre de 1979. Año LXIII, Tomo V. México.
- _____, Domingo 14 de octubre de 1979. Año LXIII. Tomo V. México.
- Gallegos, E.R. 1983. Algunos aspectos del aguacate y su producción en Michoacán. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo. 295 p.
- Jáuregui, E. y C. Soto. 1970. "Algunas características de la precipitación y de otros elementos del clima en el estado de Michoacán". Revista de Ingeniería Hidráulica en México. Vol XXIV. N° 1. p. 23-34. México: Sría. de Agricultura
- Nieto, M.E. 1974. "Las heladas en fruticultura". En: Memoria de la Mesa Redonda sobre la Problemática Actual del Durazno en Aguascalientes. Aguascalientes: CIAB, Campo Agrícola Experimental de Pabellón, Ags. SAG. INIA. Fruticultura.
- Pérez, G.I. 1989. "Sobre la presencia de ciclones tropicales en algunas heladas tempranas y tardías ocurridas sobre la Mesa Central de la República Mexicana" II Reunión Nacional de Agroclimatología. Universidad Autónoma de Chapingo. México. (En prensa).
- Programa Nacional del Aguacate. CONAFRUT. Uruapan, Mich. El Cultivo del Aguacate en el estado de Michoacán. Estimaciones para 1976. Uruapan: CONAFRUT.
- Reyna, T.T. 1973. "Algunos aspectos climáticos sobre el cultivo del aguacate (Persea spp)". En: Memoria del VI Congreso Nacional de Geografía. Tomo I. Temas relativos al estado de Michoacán. Uruapan, 9-12 de diciembre de 1972. p.79-91. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán.
- _____. 1975. "Relaciones entre el Clima y las Principales Asociaciones Vegetales en la Sierra Tarasca". Boletín del Instituto de Geografía. N° 5, p. 87-96. México: UNAM.
- _____. 1981. "Contribución Ecolimática para el Desarrollo Frutícola de Michoacán, México". (Estudio Preliminar). Resúmenes del III Congreso Nacional de Fruticultura. Guadalajara: CONAFRUT.
- _____. 1982. "El ecoclima en la planeación frutícola de los Altos de Jalisco, México". Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México: 137 p.
- _____. 1983. "Consideraciones sobre el cultivo del aguacate Persea americana Mill. en Atlixco, Puebla". Boletín del Instituto de Geografía, N° 13. p. 53-103. México: UNAM.
- Reyna, T.T. y A. Rebollo P. 1987. "Macadamia, un nuevo frutal en Michoacán". Geografía. Revista del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática N° 2. Año I. p. 21-34. México: INEGI.

SARH. Datos climático-estadísticos de las estaciones meteorológicas de Michoacán.
México: Servicio Meteorológico Nacional.

Torres, R.E. 1983. Agrometeorología. México: Diana. 149 p.