

---

---

# Universidad de Guadalajara

---

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



"MANEJO DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*) AFECTADA POR BAJAS TEMPERATURAS EN LA ZONA DE ABASTECIMIENTO DEL INGENIO SAN FRANCISCO AMECA, EN AMECA, JALISCO".

---

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A N  
RAMIRO OCHOA ZAVALA Y

VICTOR MANUEL OCHOA ZAVALA

GUADALAJARA, JALISCO

1988

---

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 14 de 1988

**C. PROFESORES:**

ING. ELEMOR FELIX FREGOSO, DIRECTOR  
ING. HUBERTO MARTINEZ HERRERO, ASESOR  
ING. RICARDO RAMIREZ MELENDREZ, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" MANEJO DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*) AFECTADA POR BAJAS TEMPERATURAS EN LA ZONA DE ABASTECIMIENTO DEL INGENIO SAN FRANCISCO AMECA, EN AMECA, JALISCO "

presentado por el (los) PASANTE (ES) RAMIRO OCHOA ZAYALA y VICTOR MANUEL OCHOA ZAYALA

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

**ATENTAMENTE**  
**"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**  
**EL SECRETARIO**

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'

Al contestar este: oficio sírnase citar fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Abril 14 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
RAMIRO OCHOA ZAVALA y VICTOR MANUEL OCHOA ZAVALA

titulada:

" MANEJO DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum)  
AFECTADA POR BAJAS TEMPERATURAS EN LA ZONA DE ABASTECIMIENTO -  
DEL INGENIO SAN FRANCISCO AMECA, EN AMECA, JALISCO ".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. ELENO FELIX FREGOSO

ASESOR

ASESOR

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON

ING. RICARDO RAMIREZ MELENDEZ

srd'

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES:

Ramiro y Carmen con respeto y admiración por haberme dado la oportunidad de prepararme a la vida.

### A MI ESPOSA E HIJOS:

Soco, Ramiro, Lidia del Carmen y Alejandra, por su amor y comprensión.

### A MIS HERMANOS:

Víctor, Jaime Abelardo, Carmen y -  
Hector con afecto y cariño.

### A MIS AMIGOS:

Por el afecto que me han brindado.

## A G R A D E C I M I E N T O S

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA:

Por la preparación profesional que me brindó.

DIRECTOR Y ASESORES DE LA TESIS:

A los Ingenieros: Elena\_  
Félix Fregoso, Humberto\_  
Ramírez Meléndrez por -  
sus valiosos consejos y  
ayuda.

A MIS MAESTROS:

Por transmitirse sus valiosos conocimientos y experiencias.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS:

Que de alguna u otra forma me han brindado su confianza y apoyo.

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES:

Ramiro y Carmen, con respeto y admiración,-  
por su motivación y apoyo para llegar a la  
meta deseada.

### A MI ESPOSA LETY:

Por la comprensión y amor que me ha --  
brindado.

### A MIS HERMANOS:

Ramiro, Jaime Abelardo, Carmen y Héctor -  
con afecto y cariño.

### A MIS AMIGOS:

Por la amistad sincera que me han dado.

## AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA:

Por la preparación profesional que me ayudó a lograr.

DIRECTOR Y ASESORES DE LA TESIS:

A los Ingenieros: Eleno...  
Félix Fregoso, Humberto  
Martínez Herrejón y Ricardo  
Ramírez Meléndrez;  
por su asesoramiento en  
la realización de esta  
tesis.

A MIS MAESTROS:

Por transmitirme sus valiosos conocimientos en mi preparación profesional.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS:

Que de alguna manera influyeron en mi profesión.

MANEJO DE LA COSECHA DE LA CANA  
DE AZUCAR ( *Saccharum officinarum* )  
AFECTADA POR BAJAS TEMPERATURAS -  
EN LA ZONA DE ABASTECIMIENTO DEL  
INGENIO SAN FRANCISCO AMECA, EN -  
AMECA, JALISCO.



## I N D I C E

	Pag.
1.- INTRODUCCION . . . . .	1
2.- OBJETIVO . . . . .	2
3.- LOCALIZACION . . . . .	3
4.- ANTECEDENTES . . . . .	4
5.- SITUACION ACTUAL . . . . .	11
6.- MATERIAL Y METODOS . . . . .	13
6.1.- CLASIFICACION DE LA CAÑA AFECTADA POR <u>DA</u> <u>NOS</u> CAUSADOS POR BAJAS TEMPERATURAS . . . . .	13
6.2.- METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO DEL DAÑO . . . . .	16
6.3.- FACTORES FISICOS QUE INTERVIENEN EN EL - GRADO DE AFECTACION . . . . .	16
6.4.- EFECTOS FISIOLOGICOS . . . . .	17
6.5.- MUESTREO DE LA ZONA DE ABASTECIMIENTO <u>PA</u> <u>RA</u> DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACION . . . . .	18
6.6.- AFECTACION AL RENDIMIENTO DE CAMPO . . . . .	19
6.7.- EFECTOS COLATERALES DE LA HELADA . . . . .	19
7.- RESULTADOS . . . . .	21
8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	37
9.- BIBLIOGRAFIA . . . . .	39

## 1.- INTRODUCCION.

La caña de azúcar es una de las primeras plantas tropicales adaptadas al cultivo en gran escala. Desde 1900 la agricultura de la caña ha dado una contribución única a la producción de cultivos tropicales.

El monto de la producción es un indicador de la distinta intensidad de las operaciones agrícolas, de los diferentes grados de aplicación de la ciencia moderna de los niveles de vida sociales y de los diferentes estados de adelanto industrial. Los países productores de azúcar con baja producción, deben analizar su capacidad y revisar sus prácticas a la luz del progreso que han hecho los países de gran producción de azúcar.

La duración del período de desarrollo de la caña varía desde menos de 10 meses en Louisiana, donde las "Heladas" de Primavera e Invierno establecen límites rígidos, hasta dos años en el Hawai, Perú y Sudáfrica. En el caso de México, tenemos que se cultiva en ciclo de 12 a 18 meses para la planta; y 12 meses para la soca, encontrando también presencia de daños por bajas temperaturas (Heladas), en los Estados de Jalisco, Michoacán, San Luis Potosí y Tamaulipas. Por lo anterior debemos tratar de determinar el sistema más adecuado de manejar la cosecha con el propósito de minimizar el efecto negativo que las heladas propician a la calidad de la materia prima de este cultivo.

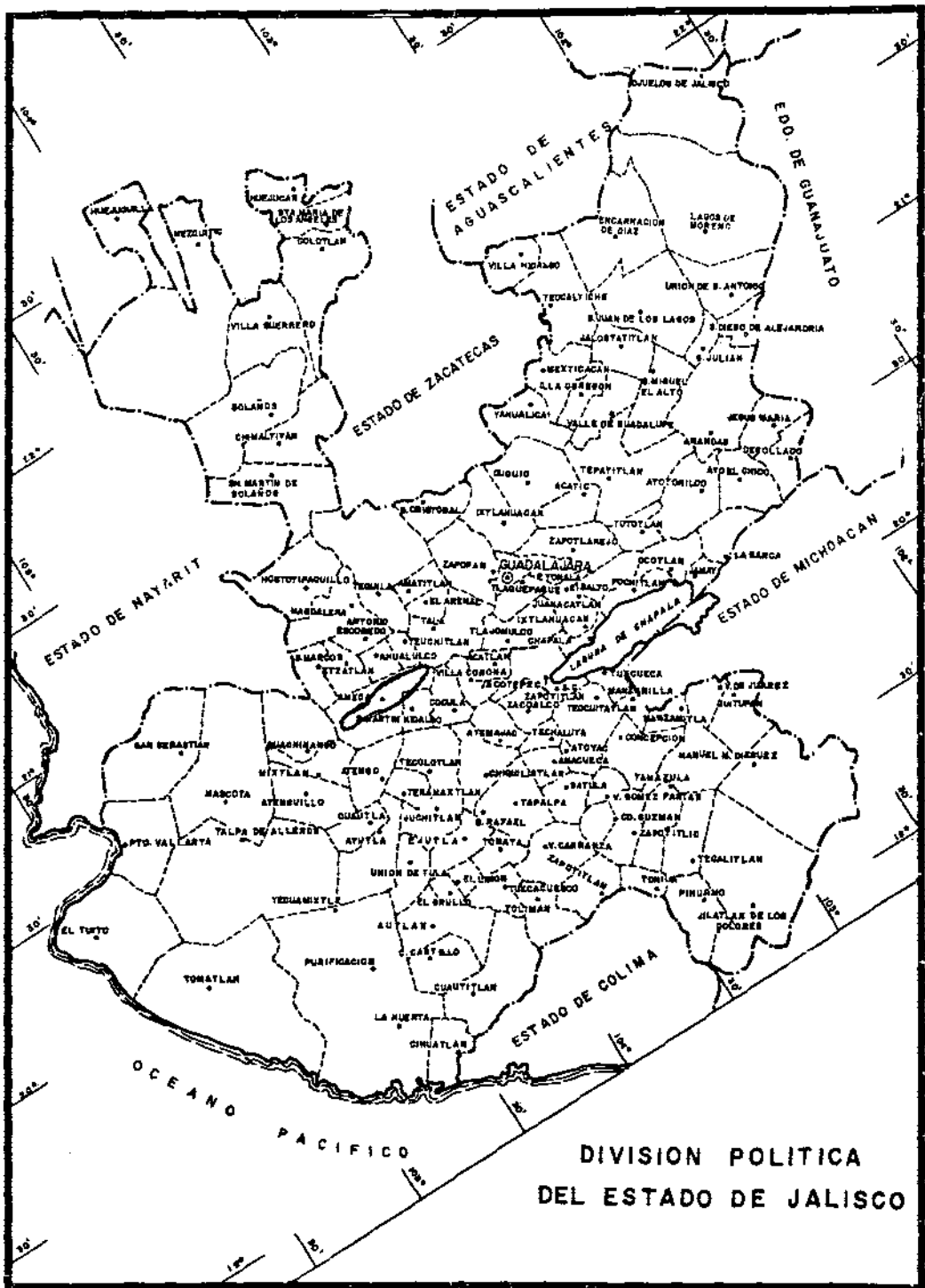
## 2.- OBJETIVO.

Ante la difícil problemática que origina la presencia de heladas en la caña de azúcar, sobre todo cuando - las bajas temperaturas son fuertes y se registran al inicio de las operaciones de zafra, siembras y riego.

Como es el caso del Ingenio San Francisco Ameca y considerando que en estas condiciones, un programa de cosecha o de siembras ineficientemente manejado, puede - - acarrear implicaciones impredecibles de carácter técnico, operativo, social y económico, con el presente trabajo se pretende analizar el comportamiento de este tipo de meteoros en los últimos 4 años y establecer una metodología - que permita con un manejo adecuado de la cosecha amorti--guar el efecto nocivo que pudiera presentar el industria--lizar cañas afectadas por este tipo de fenómeno.

### 3.- LOCALIZACION

La zona de abastecimiento del Ingenio San Francisco de Ameca se localiza entre las Coordenadas 20°30'00" de Latitud Norte y 103°51'00" a 104°10'00" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich a una altura sobre el nivel del mar de 1235 metros. La temperatura máxima promedio es de 34.6°C, la media de 22.0°C y la mínima de 8.8°C; la precipitación media anual es de 931.3 mm. Está constituida por 7,280 Has. dedicadas al cultivo de la caña de azúcar y de las cuales 812.95 Has. pertenecen al régimen de la pequeña propiedad y el resto 6,467.05 corresponde a los siguientes Ejidos: Buenavista, El Salitre, Agua Caliente, Camichines, Labor de Medina, Puerta de la Vega, La Vega, La Veguita, San Antonio Matute, Pocitos, El Cabezón, Caimanero, San Ignacio, La Esperanza, Labor de Solís, Ameca, San Martín Hidalgo, El Tepehuaje, Los Guerreros, Lázaro Cárdenas, San Isidro, Palo Verde, San Jacinto, La Calera, Arroyo Hondo, El Cuis, San Miguel, San Nicolás, La Higuera, Jayamitla y Puerta de Pericos.



DIVISION POLITICA  
DEL ESTADO DE JALISCO

#### 4.- ANTECEDENTES

Los estudios que se han efectuado recientemente indican que la caña de azúcar es originaria de Nueva Guinea, y no de la India como antes se creía. Es probable que, - después de su introducción hace por lo menos 8000 años como planta de jardín que se mascaba, la caña haya ido emigrando lentamente de una isla a otra en el sur del Pacífico y de ahí, durante un período no menor de 3000 años a la Península Malaya, la Indochina y el arco que rodea la Bahía de Bengala.

Cuando Alejandro el Grande invadió la India en el año de 327 a. de J.C. sus escribas anotaron que los habitantes "mascaban una caña maravillosa que producía una especie de miel sin ninguna ayuda de las abejas". La caña de azúcar llegó a Persia y después a Egipto a través de las invasiones árabes.

Los griegos y los romanos conocieron la existencia de la caña de azúcar y es probable que también conocieran el azúcar cristalizado, pero la primer prueba positiva - que poseemos de la existencia de azúcar en forma sólida - procede de Persia y data del año 500 de nuestra era.

El sánscrito, antiguo idioma hindú, designó al azúcar con la palabra "Sacra", en griego "Saccharum", en persa "Xácar", y en árabe "Sukkar", de donde se originó la palabra azúcar.

Cristóbal Colón en su segundo viaje a América llevó algunos trozos de caña de azúcar que sembró por primera vez en Santo Domingo. Ya para el siglo XVI el azúcar

era un artículo importante de comercio entre Europa y las regiones productoras de Brasil, Cuba y México.

Las características botánicas de la caña de azúcar son:

Reino	Vegetal
División	Espermatofita o Fanerógama
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Monocotiledonea
Orden	Zacates o Glumifloras
Familia	Gramineae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Subtribu	Sacarineae
Género	Saccharum
Especie	spp.

Las variedades actuales en explotación o cultivo - provienen de la creación de híbridos mejorados, que deben su origen a tres variedades naturales del género *Saccharum* y sus dos ancestros silvestres:

*Saccharum officinarum*.- Cañas nobles originarias de Melanesia.

*Saccharum barberi*.- Originaria de la región central-norte de la India.

*Saccharum sinensi*. Originaria del Continente Asiático.

*Saccharum spontaneum*. Caña silvestre delgada originaria de los trópicos del Asia Central.

Saccharum robustum. Caña silvestre gruesa recolectada - por primera vez por Brandes y Jesweit en el año de 1928 en Nueva Guinea.

Al experimentar con las cruzas de estas variedades, se fueron obteniendo las que ahora se conocen ya que todos los países productores de caña han establecido Campos Experimentales de Reproducción.

La composición química promedio de la caña, en sus valores más comunes, es como sigue:

Agua	73.00%
Cenizas	0.50% (óxidos de Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P, S y vestigios de Cl)*
Fibra	12.00% (Celulosa, Pentosana y Xylan, - Gomas, Lignina, etc.)
Azúcar	13.50% (Sacarosa (12.00%) Dextrosa ( 0.90%) Levulosa ( 0.60%)
Cuerpos Nitrogenados	0.40%
Grasas y Ceras	0.20%
Acidos Libres	0.08% (málico, succínico, etc.)
Acidos Combinados	0.12%
Pectinas (gomas)	<u>100.20%</u>
	100.00%

\* Si = Silicio; K = Potasio; Na = Sodio; Ca = Calcio; - Mg = Magnesio; Fe = Fierro; P = Fósforo; S = Azufre; Cl = Cloro.



La caña de azúcar es una planta que requiere de -- alta temperatura y buena precipitación para su germinación y crecimiento, así como de un período razonablemente seco y de temperaturas bajas para su maduración (sin llegar al punto de congelación).

Es cultivada en rangos de altitud que van de 0 hasta los 1500 m.s.n.m.

Tradicionalmente se consideraba que en la zona de abastecimiento del Ingenio San Francisco de Ameca se presentaba un año de heladas intensas por cada cuatro normales; desafortunadamente, esta regla ha perdido vigencia, ya que de los últimos cinco años en cuatro se han registrado heladas que han afectado en forma consecutiva, en mayor o menor grado las cementeras de caña de azúcar.

En el caso específico del Ingenio de Ameca, y con relación a los años 1985 a 1987, hemos podido observar - que el mes de enero es potencialmente peligroso para la - presentación de heladas, ya que en los tres años citados, se ha registrado un total de 37 bajas temperaturas a cero grados centígrados o menos, para el mes de enero, 21 para el mes de febrero y 19 para el mes de diciembre; en el - cuadro a continuación se exponen en forma numérica estos - valores:

DIAS DEL MES CON TEMPERATURA DE 0°C o MENOS.

AÑOS	ENERO	FEBRERO	DICIEMBRE
1985	7	4	7
1986	16	6	7
1987	<u>14</u>	<u>11</u>	<u>5</u>
SUMA:	37	21	19

Frecuencia de días.			
Con heladas.	Enero	Febrero	Diciembre
Mínima y máxima	7-16	4-11	5-7

En los anexos del 1 al 10 se presenta la información desglosada.

Hemos de hacer mención al hecho de que en el mes de diciembre, el número de días con temperaturas bajas y la intensidad de las mismas, son similares a las del mes de febrero; sin embargo, el mes de diciembre por lo menos en los últimos cinco años, no registra daño por heladas.

Con referencia al aspecto cuantitativo de afectación, en el anexo No. 11 se resume la información obtenida durante el período citado. En dicho anexo, se consigna la fecha de presentación del meteoro; es prudente aclarar que la fecha citada implica la presencia de daño en el cultivo, independientemente de que con anterioridad se hayan registrado temperaturas de congelación, sin daño, como sucedió en 1986, en que para el 6 de febrero, día en que se heló el cultivo, ya se habían presentado en diciembre de 1985 y enero de 1986 un total de 23 días con temperaturas de cero grados centígrados o menos.

Se plasma también, la temperatura que originó el siniestro; cabe hacer aquí mención, de que la duración del fenómeno es de gran importancia, ya que por comparación surge la pregunta de por qué una temperatura relativamente alta como son 0.0 grados centígrados, origina estragos similares a una temperatura de menos seis.

En el citado anexo, se incluye también la superfi-

cie dañada total y por grados de afectación, así como su correspondiente tonelaje; se hace la aclaración de que - las superficies y volúmenes citados se refieren a la caña dañada en pie, es decir, la que faltaba de cosechar al - momento de registrarse la helada.

Reviste caracteres de especial singularidad, la ubi- cación del daño dentro de la zona de abastecimiento, si - consideramos que más del 85% de la caña en cultivo, se si- túa en el valle de Ameca, y éste comprende por el norte y por el sur partes más altas, donde por esta razón, los - efectos de la helada son menores, en forma comparativa a la parte media dominada por el Río Ameca.

Con significativa regularidad, el área cañera ale- daña al río, sobre las márgenes derecha e izquierda y des- de la parte oriente más extrema, que comprende el Ejido - de la Vega, hasta la más al poniente en el Ejido de Jaya- mitla, presenta los daños de mayor grado; en el área des- crita se localizan terrenos de más de 16 Ejidos y otras - tantas pequeñas propiedades, planos Nos. 1, 2 y 3.

## 5.- SITUACION ACTUAL.

Con relación a la problemática que en este año de 1988 se ha presentado por causas de las bajas temperaturas, hemos de hacer notar, que se confirma la regla de - que el mes de enero es potencialmente peligroso por la - alta frecuencia de heladas que registra, 13 en total.

Los daños observados en el cultivo de la caña de - azúcar, obedecen a una temperatura de menos seis grados - centígrados presentada el día 19 de enero después de ha- - berse registrado en diciembre de 1987 y en enero de 1988 hasta la fecha del daño un total de 9 días con temperatu- - ras de cero grados centígrados o menos. (Anexos No. 9 y - 10).

Con referencia al volumen de hectáreas y toneladas de caña afectada, (anexo No. 13) podemos decir que no obs - tante el fuerte descenso de la temperatura registrado - - (-6°C), el grado de mayor intensidad de daño es bajo, en proporción de 2.5 a 1 en comparación con el año de 1986 y ligeramente alto referido a 1987, en proporción de 1 a - 1.5. No se pretende con esto, minimizar la magnitud del daño, ni el problema que implica cosechar más de 750 Has. afectadas en mayor intensidad, sino que las comparaciones son útiles para ubicarnos dentro de una problemática exis - tente.

En el citado anexo, se consigna el volumen total - de Has. afectadas, así como las parciales por grados, con su correspondiente tonelaje.

Es prudente aclarar, que el 100% de la caña en - pie, sufrió daño por la baja temperatura, correspondiendo

ello, a poco menos del 80% de la caña a industrializar - programada, con referencia a la ubicación del daño dentro de la zona de abastecimiento.

Cabe hacer mención al hecho de que de las nueve zonas que la conforman, seis presentan daño de tercer grado, 855-25 Has. en total y de ellas solamente tres, la 4, 5 y 6 representan el 90% de la superficie en cuestión, (anexo No. 14 y plano No. 4); la superficie afectada, como ya es tradicional, y con sus muy propias variaciones, se ubica sobre los márgenes del Río Ameca y pertenece principalmente a los Ejidos de: San Ignacio, La Esperanza, Labor de Solís, Caimanero, San Antonio, Los Pocitos, Labor de Medina, Puerta de La Vega y La Vega, cubriendo la parte Central-Oriente del Valle; el resto de la superficie - dañada 5,230-55 Has., que registra el grado 2, se distribuye en toda la zona de abastecimiento.

Otro factor de congelamiento interesante de citar, es el tiempo de duración del fenómeno; ya que de una temperatura de 0°C, con varias horas de exposición, puede - causar igual o mayor daño que una temperatura de -6°C, -- con menor tiempo de exposición.

## 6.- MATERIALES Y METODOS.

Las acciones que normalmente se desarrollan en este Ingenio con posterioridad a la presentación de daños - por baja temperatura, consisten en organizar cuadrillas - integradas por personal del departamento de campo del Ingenio, de los productores y del I.M.P.A. Ameca, las cuales detectan y cuantifican el grado de afectación; una vez que se cuenta con esta información se procede a vigilar vía laboratorio de campo, el comportamiento de los - azúcares reductores, pol, pureza y acidez de estas cañas, sobre todo las del grado 3, y en función de su comportamiento dar las prioridades de cosecha a estas áreas.

### 6.1.- Clasificación de la caña afectada por daños causados por bajas temperaturas.

Con el fin de unificar los criterios de clasificación del daño por bajas temperaturas, se adoptó en reunión - celebrada el año de 1986 a nivel de la Delegación Regional Zona Occidente el sistema siguiente:

#### Grado No. 1.- FOLLAJE ESCALDADO.

Dentro de esta clasificación se incluyen los daños que afectan el follaje, pero que no afectan la yema terminal de la planta. Este tipo de daño no afecta en forma - considerable a la planta, únicamente pierde tiempo en restablecer el follaje y una vez que esto sucede la planta - continúa su desarrollo normal.

### Grado No. 2.- YEMA TERMINAL MUERTA.

Se afecta la yema terminal o punto de crecimiento de la planta y presenta afectación en los primeros canutos en formación; como estos tejidos forman la parte más tierna de la planta, se fermenta rápidamente, al grado de que pasado unos días de la presentación del daño, se puede separar el cogollo de la caña fácilmente.

La afectación que presenta este grado, ya significa un daño de consideración, pues la pérdida de la yema de crecimiento provoca un brote de las yemas inferiores (lajas), incrementándose este desarrollo a medida que pasa el tiempo y las temperaturas son más propicias.

Estos brotes se alimentan de la caña madre induciendo la inversión de la sacarosa, afectando por lo tanto la calidad industrial.

### Grado No. 3.- DAÑO MODERADO.

En este tipo de daño, la yema terminal y el cogollo de la caña mueren y además se afectan los canutos del tercio superior del tallo.

Este daño es superior al clasificado como No. 2, ya que la afectación de los tejidos del tallo representan mayor volumen; normalmente las yemas del tercio superior mueren y con el tiempo son puerta de entrada al tallo de hongos, bacterias y otros microorganismos que aceleran la fermentación de los jugos y pudrición de los tejidos.

#### Grado No. 4.- DAÑO SEVERO.

En esta clasificación se consideran las cañas que presentan el cogollo completamente quemado; las yemas del tercio superior y medio han muerto y se inicia la descomposición de los tejidos en el interior del tallo, el cual va adquiriendo un color rojizo.

La caña con este grado de afectación, presenta ya descomposición en el jugo y sus tejidos; la acidez de los jugos tiende a incrementarse por efectos de la fermentación de los mismos, por lo que la caña que presenta estos síntomas deberá analizarse en forma frecuente para determinar su calidad industrial y efectuar su cosecha en el momento más adecuado.

#### Grado No. 5.- DAÑO MUY SEVERO.

Este tipo de daño muestra el cogollo quemado totalmente, todas las yemas del tallo muertas, los tejidos interiores aguanosos, se presenta pudrición roja en todos los nudos y entrenudos.

Las cañas que caen dentro de esta clasificación, deben ser cortadas inmediatamente después de la afectación, ya que con el daño total de la planta sólo se pueden recuperar los azúcares que no están invertidos en ese momento.

Es muy necesario que estas cañas se estén analizando frecuentemente para determinar su calidad industrial, ya que además de presentar problemas en los procesos de extracción del azúcar, puede inducir infecciones en la



planta industrial.

### 6.2.- Metodología de diagnóstico del daño.

La metodología usada para determinar los daños causados por bajas temperaturas es de lo más sencillo y normalmente se califica por la intensidad del daño causado - en los tejidos de la planta; rajando los tallos longitudinalmente para que en forma visual se aprecie la afectación por la coloración necrótica que adquieren los tejidos, así como la consistencia aguanosa de éstos y aplicando la clasificación anterior se cuantifica el grado de afectación.

### 6.3.- Factores físicos que intervienen en el grado de - - afectación.

Los daños en los tejidos y jugo de la caña varían en función de varios factores externos que inciden en el momento de presentarse una helada, como son:

- a) Tiempo de exposición
- b) Humedad ambiente
- c) Humedad en el suelo
- d) Topografía del terreno

a) La proporción del daño es mayor a medida que - las temperaturas son más bajas en un mayor periodo de -- tiempo.

b y c) La humedad ambiente alta y el suelo húmedo "absorben" el frío hasta cierto grado, amortiguando el - descenso a temperaturas de congelación.

d) Las depresiones topográficas (bajíos y hondanadas) son las que sufren mayores daños, debido a que en - esas partes es donde se acumulan las masas de aire frío, - que por su densidad descienden de los lugares más altos.

#### 6.4.- Efectos fisiológicos.

Al ocurrir una helada, el agua contenida en las células aumenta un 2% su volumen causando rupturas celulares, dañando o deteniendo el desarrollo de la caña; cuando ha pasado el frío, las yemas axilares viables cercanas a la punta del tallo entran en actividad, iniciándose el brote de éstas, que reciben el nombre de lañas y emergen de las yemas sanas; esta acción hormonal ejerce su influencia a través de los grupos principales de hormonas relacionadas con el desarrollo de la planta: las auxinas, las giberelinas, las cytokininas y varios inhibidores del crecimiento. Las hormonas en sí actúan principalmente a nivel genético, influenciadas por factores del medio ambiente como la temperatura, la luz y la humedad en el suelo entre otros, estimulando o inhibiendo las etapas iniciales de las enzimas; en esta forma regulan la distribución de las sustancias orgánicas como el azúcar producido durante la fotosíntesis, entre las diversas partes del tallo, coordinando así su crecimiento.

Al helarse las hojas de la caña, los estomas pierden su capacidad de abrirse y cerrarse, interfiriendo con el intercambio de gases y la transpiración, muriendo las hojas y secándose, reduciendo la fotosíntesis y la traslocación de azúcares en la planta. Cuando las heladas son intensas, mueren gradualmente la yema terminal y las yemas axilares. Los tallos helados se descomponen aumentando la inversión de sacarosa y fermentación alcohólica por enzimas endógenas, y también sufren descomposición bacteriana que induce a una fermentación ácida y producción de gomas en los jugos conteniendo más impurezas de lo usual, dificultando la extracción del azúcar.

6.5.- Muestreo de la zona de abastecimiento para determinar el grado de afectación.

Prácticamente a seis semanas de iniciadas las operaciones de la zafra 1987/88, la zona de abastecimiento - del Ingenio Fomento Azucarero del Centro S. A. fue afectada en forma intensiva durante 5 días consecutivos por bajas temperaturas cuya magnitud fue la siguiente:

Enero de 1988

Día	Temperatura en °C
18	- 2.0
19	- 6.0
20	- 4.0
21	- 5.0
22	- 5.0

Inmediatamente después de la presentación de las heladas, se procedió a formar las cuadrillas de cuantificación del daño, integrándose éstas por personal del Ingenio, de los productores de caña y personal del Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar, las cuales muestrearon la zona de abastecimiento encontrando -- afectada el área y el tonelaje que a continuación se relaciona:

Grado del daño	Has.Afectadas	Toneladas Estimadas Afectadas	% de la Caña en Pie Afectada
1	40.70	3,142	0.7
2	5230.55	424,941	85.4
3	855.25	68,266	13.9
TOTAL :	6,126.50	496,349	100.0

A raíz de la suspensión de labores de molienda del Ingenio Estipac, el área de abastecimiento del mismo fue transferida a los Ingenios de Bellavista y Ameca, por lo cual y en función de distancia, parte del área de cultivo de Bellavista y Estipac pasó a constituir la zona No. 9 del Ingenio San Francisco Ameca. Por ser el primer año en que se cuenta con esta zona, en forma deliberada la información sobre cañas heladas no había sido considerada a fin de poder analizar las ocho zonas tradicionales de este Ingenio; de tal forma, el daño por bajas temperaturas registrado en la actual área de abastecimiento queda como se consigna en el cuadro anterior y el anexo No. 15.

#### 6.6.- Afectación al Rendimiento de Campo.

El efecto inmediato al presentarse el fenómeno de las heladas y a partir del grado No. 2 que afecta como se mencionó anteriormente la yema terminal, consiste principalmente en detener el desarrollo del tallo y por lo tanto afecta directamente los rendimientos por unidad de superficie. En la presente zafra 1987/88 se dejaron de producir aproximadamente 18,000 toneladas por causa de las heladas que al precio de liquidación representa ingresos por 453'001,472.00 no percibidos por los productores así como 1,920.060 toneladas de azúcar que se dejaron de producir.

#### 6.7.- Efectos Colaterales de la Helada.

##### I.- Reajuste del Programa de Cosecha.

Las últimas cuatro zafras, en las que en forma con

secutiva se han presentado heladas, nos han plasmado la -  
necesidad de incluir en un programa inicial de cosecha, -  
las áreas de alta incidencia de heladas; razón por la --  
cual, fueron mínimos los ajustes a que hubo necesidad de  
someter el programa inicial de la recién concluida zafra.  
No obstante, a las áreas con mayor grado de daño (grado -  
3) se les dio seguimiento en el laboratorio y se les rati-  
ficó su prioridad de corte.

## II.- Quemadas Accidentales.

Como consecuencia de la fuerte deshidratación que\_  
sufrieran las plantas por efectos de la helada, el con- -  
trol de las quemadas de caña constituyó una penosa labor, -  
ya que la propagación del fuego en forma descontrolada es  
tuvo a la orden del día; consideramos que por esta razón,  
se quemaron fuera de programa 68,400 toneladas de caña. -  
Esta problemática conlleva tácitamente, un desvío del pro-  
grama de cosecha, así como la obvia desorganización del -  
campo cañero y la consiguiente pérdida de pol en caña.

## 7.- RESULTADOS

Pol en Caña. De acuerdo con experiencias obtenidas en el manejo de cañas heladas para batey, hasta un lapso de 8 a 10 semanas después de registrado un meteoro de esta índole, no se observan problemas en fábrica; no obstante, en nuestro caso se puede observar que a las siete semanas después de la helada, se inicia una incipiente caída de la pol en caña hasta la semana No. 18, acentuándose después de ésta, misma que persiste hasta el final de la zafra; consideramos que el inicio obedece, tanto a la helada como al problema de incidencia de quemaduras accidentales.

Impurezas. En el último tercio de la zafra, el control de impurezas se tornó en serio problema; pues como se describe anteriormente se industrializaron cañas de muy escaso desarrollo, que debido a las lalas, despunte deficiente, daños de la helada y gusano barrenador Diatraea considerata contenían un máximo de 37% de materia extraña y un mínimo de 24% con una media de 14.0%; por otro lado, y en contraposición llegó al batey, caña prácticamente seca.

Varietades de Caña. Pudimos constatar que las áreas sembradas con caña de azúcar de las variedades Mex 58-1485 y Mex 65-1413 fueron en general las más afectadas por la helada; en el caso de la variedad Mex 58-1485 se observaron tallos helados en su totalidad, en donde la variedad L60-14 en igualdad de condiciones presentaba daños del grado 3. En la variedad Mex 65-1413, se pudo observar un daño superior al 100% comparativamente a la L60-14 y un total acorchamiento del tallo.

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
 EL MES DE ENERO DE 1985.

Anexo No. 1

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	7	36	0
2	5	36	4
3	3	36	1
4	1	36	0
5	3	36	2
6	1	36	1
7	1	33	0
8	3	36	2
9	6	36	4
10	8	32	6
11	9	32	8
12	13	32	10
13	12	32	9
14	11	32	10
15	10	32	7
16	8	32	9
17	10	28	8
18	9	32	5
19	6	28	5
20	11	30	10
21	5	30	4
22	6	30	4
23	10	30	9
24	7	30	6
25	7	30	6
26	9	30	2
27	8	30	5
28	3	30	- 2
29	0	31	- 1
30	4	30	- 1
31	- 2	30	- 3

FUENTE: IMPA - AMECA

11-09-88

## INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.

RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
EL MES DE FEBRERO DE 1985

ANEXO No. 2

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	0	25	-1
2	6	25	0
3	4	29	1
4	1	26	0
5	4	29	1
6	3	28	2
7	2	29	1
8	3	30	2
9	6	31	9
10	3	30	2
11	1	32	-
12	9	32	2
13	4	30	4
14	6	31	5
15	10	30	6
16	8	27	5
17	7	28	3
18	5	29	2
19	3	30	1
20	6	31	3
21	6	30	4
22	4	30	3
23	9	30	5
24	8	28	4
25	7	29	4
26	11	30	7
27	7	28	7
28	8	31	7
29	7	31	7

FUENTE: IMPA - AMECA

11-09-88



## INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.

RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
EL MES DE DICIEMBRE DE 1985

ANEXO No. 3

TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	6	25	- 2
2	3	26	- 2
3	3	28	2
4	3	28	2
5	4	29	2
6	8	27	3
7	4	26	2
8	4	28	3
9	7	26	3
10	4	28	3
11	10	25	4
12	6	26	5
13	4	26	3
14	9	27	5
15	8	28	3
16	11	29	2
17	1	28	0
18	1	28	0
19	9	26	1
20	10	23	8
21	11	19	2
22	11	18	2
23	5	22	4
24	6	26	4
25	4	26	3
26	5	25	2
27	5	26	4
28	12	27	3
29	9	29	0
30	- 1	12	- 2
31	2	28	- 1

FUENTE: IMPA - AMECA

11-09-88

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
 EL MES DE ENERO DE 1986.

ANEXO No. 4

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA.	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	3	29	- 1
2	0	29	- 1
3	0	29	- 1
4	3	29	1
5	3	29	1
6	2	29	0
7	- 1	28	- 2
8	0	27	- 1
9	2	26	- 1
10	2	25	- 1
11	2	25	1
12	6	24	5
13	6	24	5
14	1	22	0
15	0	18	0
16	5	24	1
17	0	27	0
18	- 1	25	- 2
19	- 1	26	- 2
20	2	26	- 1
21	1	27	0
22	2	27	0
23	4	28	2
24	3	27	2
25	3	28	2
26	3	28	2
27	3	27	1
28	3	28	2
29	8	28	4
30	3	27	2
31	2	28	1

FUENTE: IMPA - AMECA

02-09-88

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
 EL MES DE FEBRERO DE 1986

ANEXO No. 5

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA.	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	9	27	4
2	7	27	3
3	10	29	5
4	1	20	1
5	3	27	1
6	2	25	- 4
7	4	26	- 5
8	7	21	4
9	4	26	2
10	6	26	4
11	5	26	4
12	0	27	- 1
13	4	29	0
14	4	29	3
15	3	29	3
16	3	30	2
17	1	30	0
18	2	30	1
19	3	31	1
20	7	32	3
21	7	32	5
22	3	30	2
23	4	30	2
24	3	29	2
25	5	30	3
26	4	29	3
27	5	31	3
28	1	30	0

FUENTE: IMPA - AMECA

02-09-88

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
 EL MES DE DICIEMBRE DE 1986

ANEXO No. 6

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	14	26	10
2	12	27	11
3	10	25	5
4	10	27	7
5	8	28	5
6	4	26	5
7	5	27	5
8	3	27	1
9	4	28	2
10	7	28	4
11	7	28	4
12	9	26	7
13	10	27	8
14	12	24	11
15	10	27	7
16	9	27	6
17	5	29	4
18	4	29	2
19	4	27	2
20	4	27	2
21	3	27	2
22	3	20	1
23	0	25	- 1
24	- 1	26	- 2
25	2	27	- 2
26	0	24	- 1
27	0	21	- 2
28	2	27	- 2
29	3	27	1
30	1	26	2
31	- 1	24	- 1

FUENTE: IMPA - AMECA

02-09-88

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
 EL MES DE ENERO DE 1987

ANEXO No. 7

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA	T. AMBIENTE	T. MÁXIMA	T. MÍNIMA
1	- 1	24	- 1
2	2	24	- 1
3	2	23	0
4	1	26	- 2
5	0	27	- 2
6	6	27	1
7	7	28	4
8	5	30	2
9	2	27	1
10	2	28	1
11	3	28	4
12	10	23	9
13	11	17	9
14	10	22	9
15	11	24	10
16	9	23	8
17	10	26	7
18	10	24	8
19	4	26	3
20	9	27	3
21	10	22	9
22	- 3	25	- 4
23	- 2	24	- 4
24	3	25	- 1
25	2	28	- 1
26	- 2	22	- 3
27	- 3	27	- 3
28	- 2	27	- 3
29	- 1	29	- 2
30	1	29	- 1
31	2	29	1

FUENTE: IMPA - AMECA

02-09-88

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
 EL MES DE FEBRERO DE 1987

ANEXO No. 8

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA.	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	3	28	1
2	6	29	1
3	2	25	- 1
4	0	24	- 1
5	2	25	- 1
6	3	26	1
7	1	22	2
8	4	23	1
9	0	26	- 2
10	2	28	- 1
11	0	26	0
12	4	28	0
13	7	29	3
14	5	28	3
15	7	29	3
16	0	29	- 1
17	- 3	28	- 4
18	- 2	28	- 3
19	2	31	- 2
20	5	29	3
21	4	27	6
22	7	29	5
23	8	28	7
24	10	21	9
25	11	29	9
26	8	22	7
27	5	14	4
28	4	24	2

FUENTE: IMPA - AMECA

02-09-88

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.

RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
EL MES DE DICIEMBRE DE 1987

ANEXO No. 9

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	4	24	3
2	1	27	-1
3	1	30	0
4	3	29	1
5	2	30	0
6	2	30	1
7	0	29	-2
8	2	30	0
9	4	29	2
10	2	29	1
11	5	28	3
12	9	28	5
13	13	17	2
14	3	24	2
15	7	30	4
16	3	26	2
17	9	26	3
18	10	27	8
19	10	25	9
20	11	22	8
21	10	20	9
22	6	24	5
23	6	29	5
24	4	29	4
25	7	29	4
26	8	27	7
27	8	29	6
28	8	28	6
29	9	28	7
30	12	24	8
31	11	21	10

FUENTE: IMPA - AMECA

02-09-88

INGENIO FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RELACION DE TEMPERATURAS REGISTRADAS EN  
 EL MES DE ENERO DE 1988

ANEXO No.10

TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS

DIA	T. AMBIENTE	T. MAXIMA	T. MINIMA
1	7	28	8
2	9	28	7
3	4	27	3
4	2	29	1
5	4	30	1
6	4	29	2
7	4	30	0
8	0	30	- 1
9	3	30	0
10	7	28	1
11	3	29	1
12	2	28	2
13	2	29	1
14	4	30	2
15	5	29	4
16	3	29	3
17	3	29	2
18	- 2	28	- 2
19	- 6	28	- 6
20	- 3	26	- 4
21	- 5	26	- 5
22	- 4	27	- 5
23	8	24	7
24	2	23	0
25	2	25	0
26	1	25	1
27	4	26	4
28	6	24	5
29	- 1	22	- 2
30	- 2	25	- 3
31	3	29	- 1

FUENTE: IMPA - AMECA

02-09-88



## ANEXO No. 11

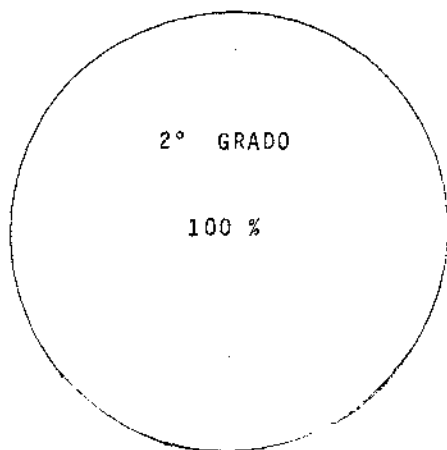
RESUMEN DE CUANTIFICACION  
DE AFECTACION  
AÑOS 1985, 1986, 1987 .

	A Ñ O		
	1985	1986	1987
FECHA DE PRESENTACION DEL METEORO			
MES Y DIAS	ENERO 4 y 7	ENERO 6 y 7	ENERO 22 y 23
TEMPS.QUE PROVOCO EL DAÑO			
GRADOS CENTIGRADOS	0.0	- 5.0	- 4.0
SUP.AFECTADA HAS.			
TOTAL	3,809-00	4,152-30	4,670-80
GRADO 1	- . -	- . -	1,278-40
GRADO 2	3,809-00	2,504-15	2,967-50
GRADO 3	- . -	1,648-15	424-90
VOLUMEN AFECTADO TONS.			
TOTAL	289,749	306,509	361,163
GRADO 1	- . -	- . -	97,986
GRADO 2	289,749	183,366	231,338
GRADO 3	- . -	123,143	31,839
PORCENTAJE DE LA CA ÑA EN PIE AFECTADA	100	100	85.0

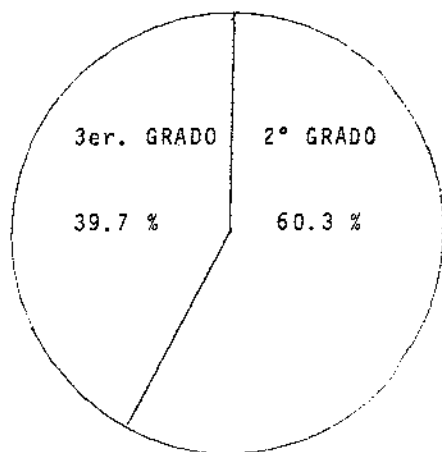
02-09-88

## GRAFICA COMPARATIVA DE AFECTACION ANEXO No.12

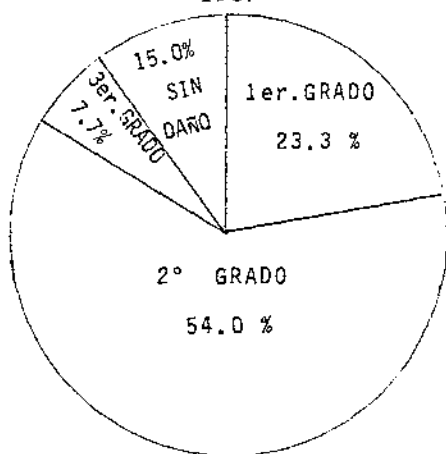
1985



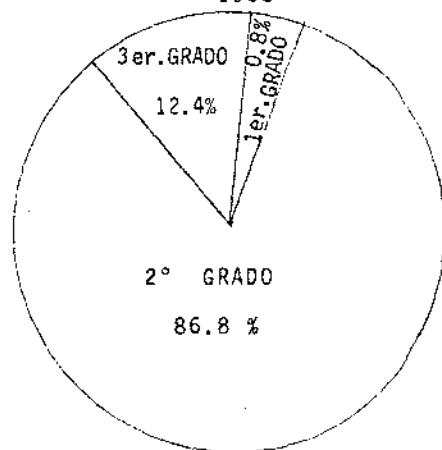
1986



1987



1988

1er. GRADO  
HAS.2° GRADO  
HAS.3er. GRADO  
HAS.

1985

- - - -

3,809-00

- - - -

1986

- - - -

2,504-15

1,648-15

1987

1,278-40

2,967-50

424-90

1988

40-70

5,230-55

855-25

RESUMEN DE CUANTIFICACION  
DE AFECTACION  
AÑO 1988

ANEXO No. 13

FECHA DE PRESENTACION  
DEL METEORO  
MES Y DIAS

ENERO 19

TEMP. QUE PROVOCO EL DAÑO  
GRADOS CENTIGRADOS

- 6

SUP. AFECTADA HAS.

TOTAL	6,126-50
GRADO 1	40-70
GRADO 2	5,230-55
GRADO 3	855-25

VOLUMEN AFECTADO TONS.

TOTAL	496,349
GRADO 1	3,142
GRADO 2	424,941
GRADO 3	68,266

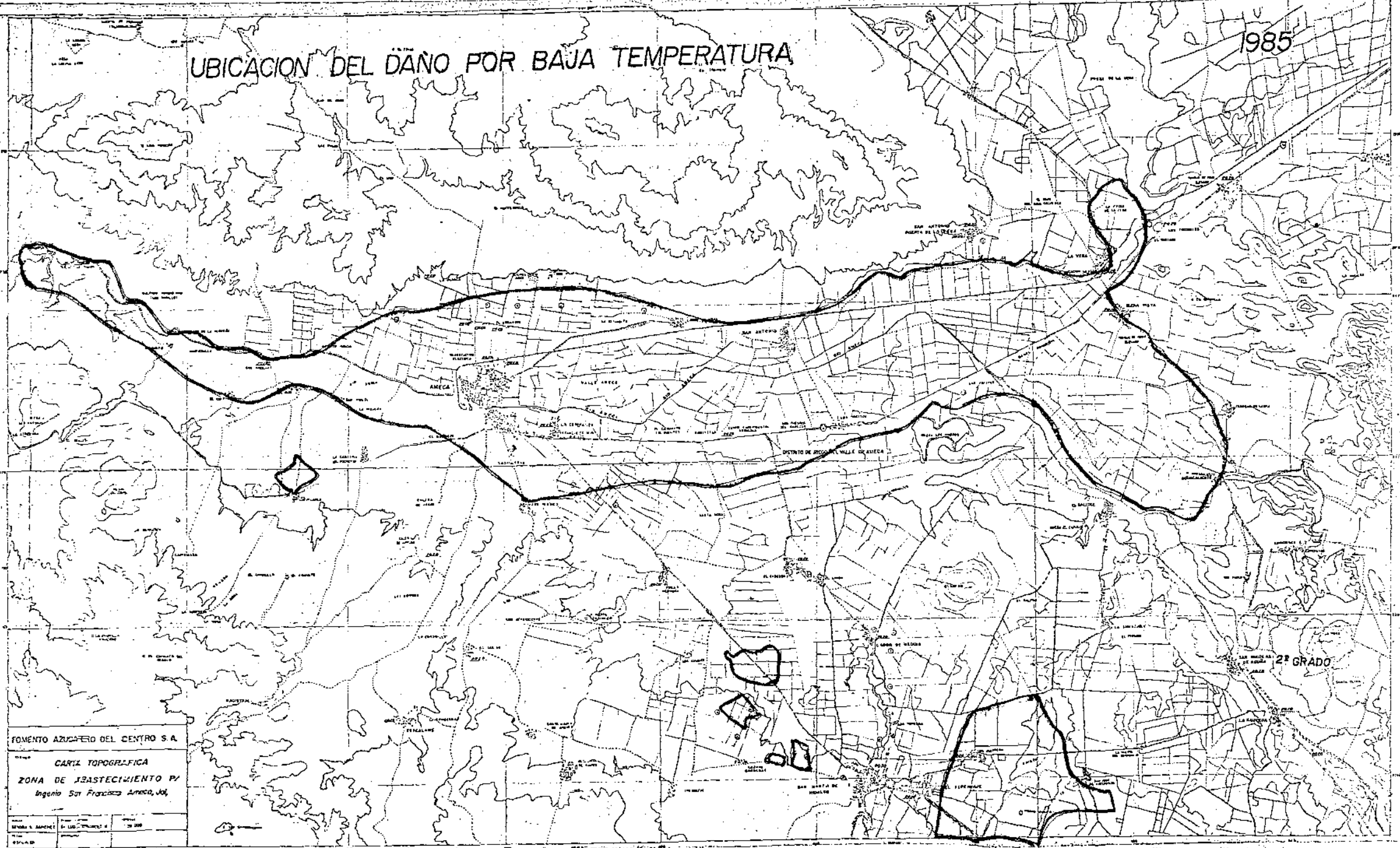
PORCENTAJE DE LA CAÑA  
EN PIE AFECTADA

100

11-09-88

# UBICACION DEL DAÑO POR BAJA TEMPERATURA

1985



FOMENTO AGRICOLA DEL CENTRO S.A.

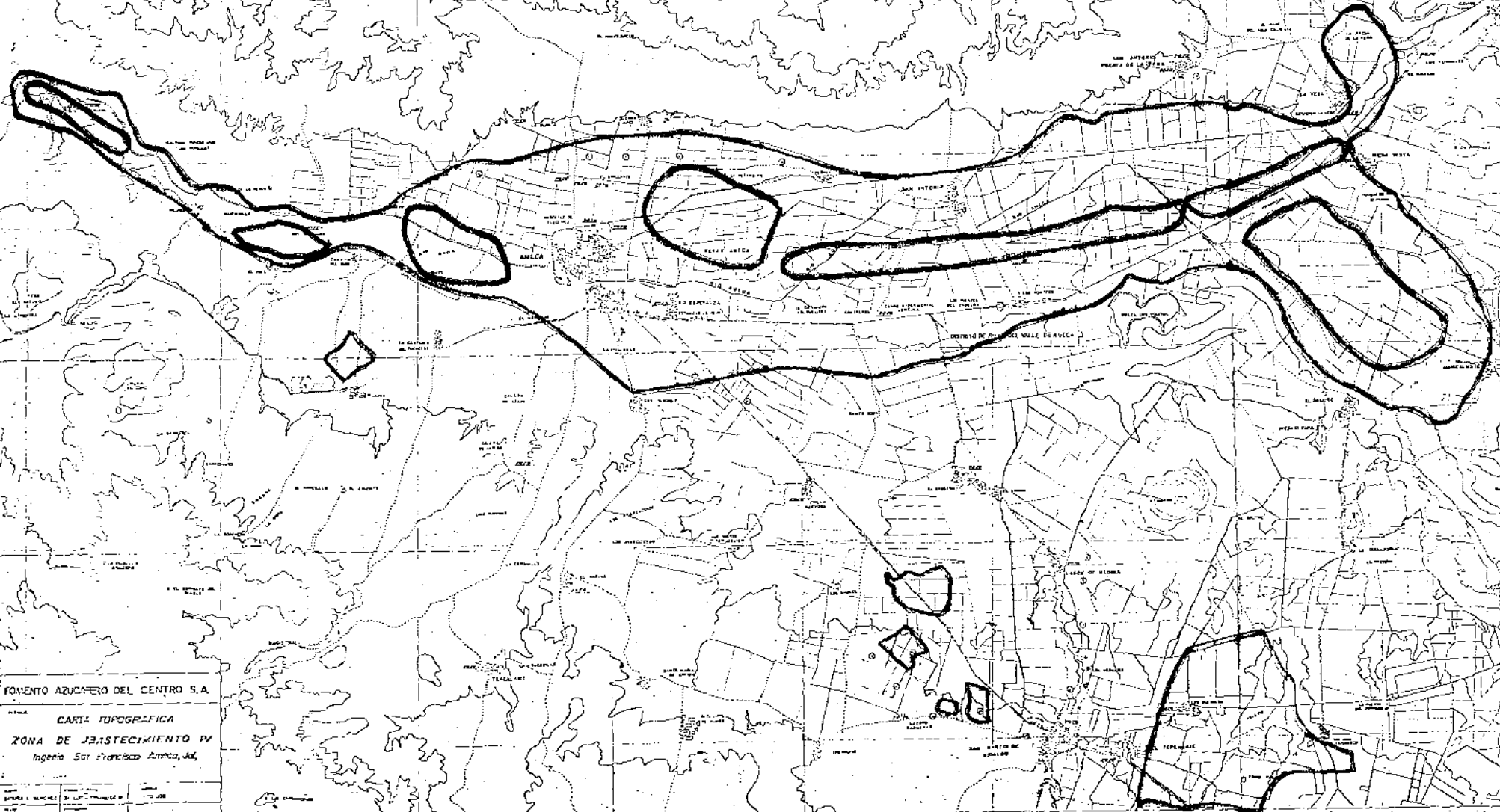
CARTAS TOPOGRAFICAS  
ZONA DE ABASTECIMIENTO PL  
Ingente San Francisco Ameca, Jal.

ESCALA	1:50,000
PROYECTO	ABASTECIMIENTO PL
FECHA	1985

2° GRADO

# UBICACION DEL DAÑO POR BAJA TEMPERATURA

1986

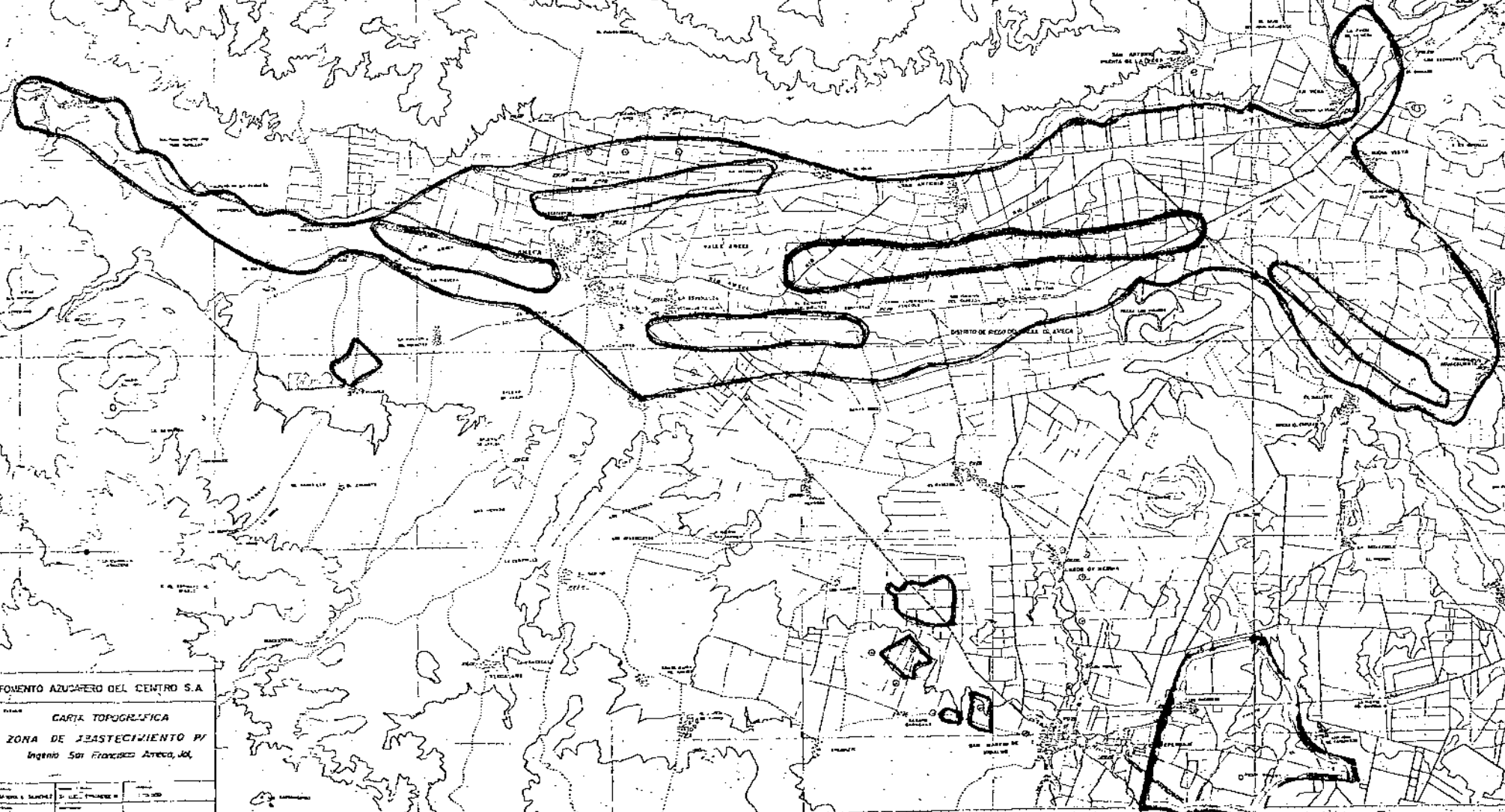


FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO S.A.  
CARTA TOPOGRAFICA  
ZONA DE ABASTECIMIENTO IV  
Ingenio San Francisco Ameca, Jal.

1º GRADO  
2º  
3º

# UBIGACION DEL DAÑO POR BAJA TEMPERATURA

1987



18 GRADOS  
29  
35

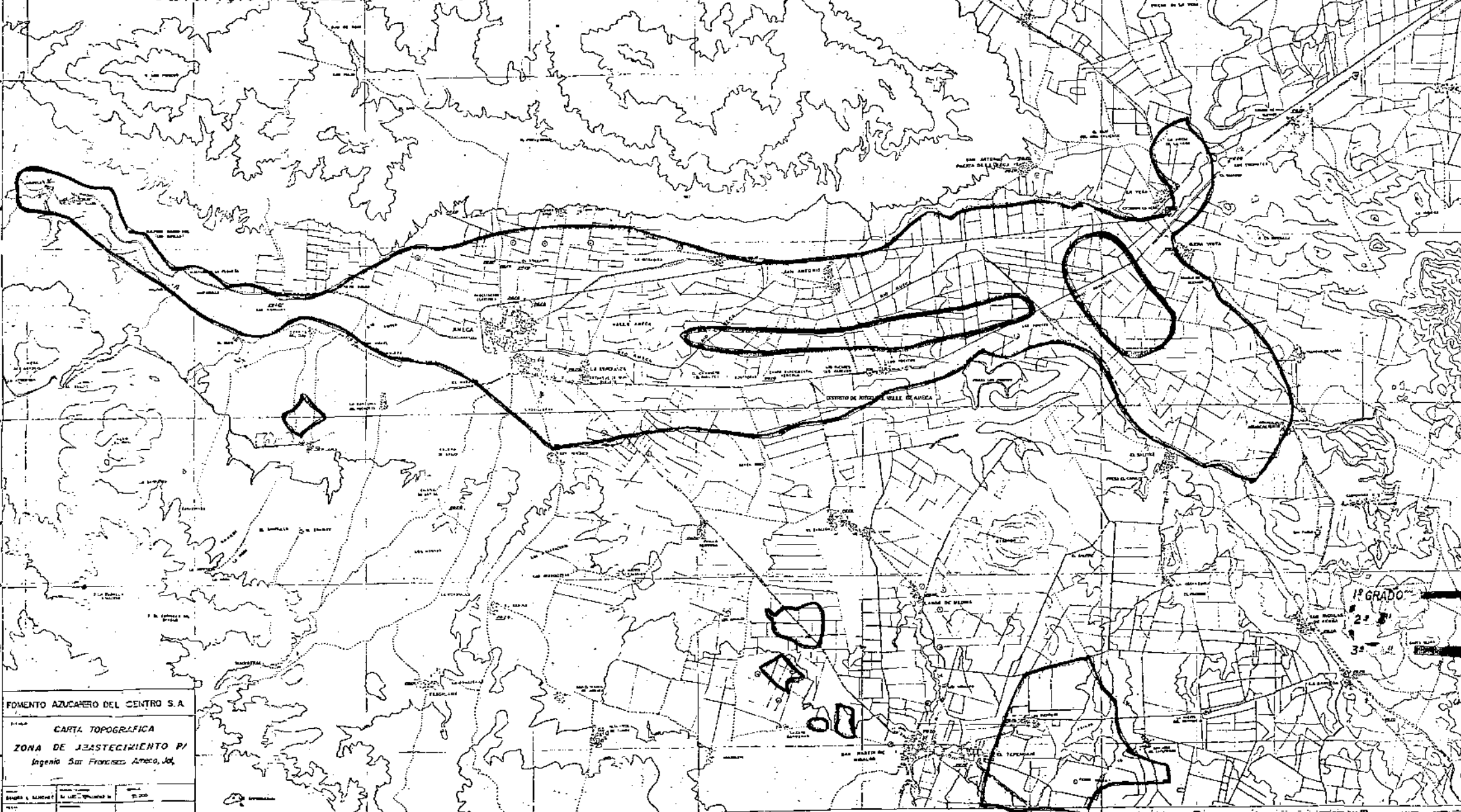
FONENTO AZUCARERO DEL CENTRO S.A.

CARTA TOPOGRAFICA  
ZONA DE ABASTECIMIENTO P/ Ingiero San Francisco Areca, Jal.

MADEIRA & SAUNDY S. DE C. S. PANAMA C. PANAMA  
Escala: 1:50,000

# UBICACION DEL DAÑO POR BAJA TEMPERATURA

988



FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO S.A.  
CARTA TOPOGRAFICA  
ZONA DE JEASTECIMIENTO P/  
Ingenio San Francisco Ameco, Jal.

ESCALA	1:50,000
PROYECTO	...
FECHA	...

1° GRADO

27

35

RESUMEN DE CUANTIFICACION  
DE AFECTACION POR ZONAS EN 1988

ANEXO No. 14

ZONA	GRADOS DE DAÑO					
	1		2		3	
	HAS.	TONS.	HAS.	TONS.	HAS.	TONS.
1	40-70	3,142	713-25	60,566	- . -	- . -
2	- . -	- . -	572-70	47,587	44-55	2,738
3	- . -	- . -	739-10	61,669	- . -	- . -
4	- . -	- . -	599-00	46,286	226-60	17,418
5	- . -	- . -	470-85	39,322	153-95	12,413
6	- . -	- . -	521-45	41,152	220-40	17,986
7	- . -	- . -	436-45	37,339	22-15	2,022
8	- . -	- . -	588-80	43,417	- . -	- . -
9	- . -	- . -	588-95	47,603	187-50	15,689
T O T A L :	40-70	3,142	5,230-55	424,941	855-25	68,266

## AFECTACION TOTAL

HAS. 6,126-50  
=====

TONS. 496,349  
=====

11-09-88



FOMENTO AZUCARERO DEL CENTRO, S. A.  
 RESUMEN DE CUANTIFICACION DEL -  
 DAÑO POR ZONAS, EN 1988.

ANEXO No. 15

ZONA	GRADOS DE DAÑO					
	1		2		3	
	HAS.	TONS.	HAS.	TONS.	HAS.	TONS.
1	40-70	3,142	713-25	60,566	-	-
2	-	-	572-70	47,587	44-45	2,738
3	-	-	739-10	61,669	-	-
4	-	-	599-00	46,286	226-60	17,418
5	-	-	470-85	39,322	153-95	12,413
6	-	-	521-45	41,152	220-40	17,986
7	-	-	436-45	37,339	22-15	2,022
8	-	-	588-80	43,417	-	-
9	-	-	588-95	47,603	187-50	15,689
TOTAL :	40-70	3,142	5,230-55	424,941	855-25	68,266

## AFECTACION TOTAL

HAS. 6,126-50

TONS. 496,349

11-09-88

## 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Algunas conclusiones y recomendaciones derivadas de las experiencias, técnicas y características climatológicas específicas del ciclo de zafra 1987/88 son las siguientes:

a) En el caso especial de cañas afectadas por bajas temperaturas que presentan escaso desarrollo y que se vayan a zafrar al final, buscar inmediatamente después de la helada, la anuencia de los productores para diferirlas, y que con la debida oportunidad reciban las labores culturales adecuadas; de no aceptarse el punto anterior, autorizar su venta para forraje, o en el peor de los casos, habrá la necesidad de que los productores acepten la estricta aplicación de los descuentos por impurezas. Todo lo anterior con el fin de evitar la inclusión al molino de enormes cantidades de materia extraña que se contabiliza como materia prima y que por efecto de la brotación de yemas y daños de helada es prácticamente imposible de evitar a menos que se deseche.

b) Promover la siembra de la variedad L60-14 en las zonas más castigadas por este tipo de fenómenos por ser ésta de maduración temprana y la más resistente o tolerante a estos siniestros.

c) Evitar en forma definitiva la siembra de nuevas áreas con las variedades Mex 65-1413 y Mex 58-1485 ya que son de maduración tardía y altamente susceptibles a los daños por bajas temperaturas.

d) Aun para cañas normales, no solamente - -

para cañas heladas, deberá de desempeñarse especial atención en la aplicación de las normas de cose- - cha, llámese corte al ras, buen despunte, control\_ de quemas, control de impurezas, etc.

## BIBLIOGRAFIA

1. Delgado H. J. 1966. EFECTO DE LAS HELADAS EN LA --  
CAÑA DE AZUCAR.
2. Eleuterio Reyes Anaya. DESARROLLO Y APLICACION DE -  
UNA TECNOLOGIA PARA LA EVALUACION DE DAÑOS EN CAÑAS -  
HELADAS. (Folleto Impa).
3. Dr. Roger P. Humbert. EL CULTIVO DE LA CAÑA DE -  
AZUCAR. CECSA.
4. González, G. A. 1974. COMO REDUCIR EL DAÑO DE LAS HE-  
LADAS EN LA CAÑA DE AZUCAR. V Conv. Nañ. Asoc. Tec .  
Nañ. Azúc. Méx., Cuernavaca, México.
5. Carlos J. Pascual Pacheco. 25/IV/83. LAS BAJAS TEMPE-  
RATURAS QUE OCASIONAN HELADAS EN LA ZONA CAÑERA DE BE-  
LLAVISTA, JAL. 1979/1980 y 1982/1983. Folleto Impa.
6. Alfonso García Espinoza. MANUAL DE CAMPO EN CAÑA  
DE AZUCAR (Impa).