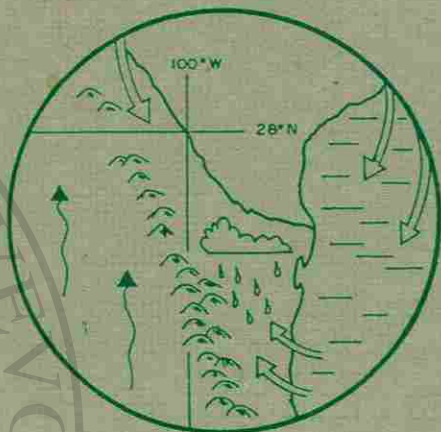


REPORTE CIENTIFICO
Número Especial 12



II SIMPOSIO REGIONAL

AVANCES Y PERSPECTIVAS
DE LA INVESTIGACION
DEL CLIMA Y DEL AGUA
EN EL NORESTE DE MEXICO

7 Y 8 DE OCTUBRE DE 1991
LINARES, N.L.

**SESO
ARIAS**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
LINARES, N.L., MEXICO
1992

HC137

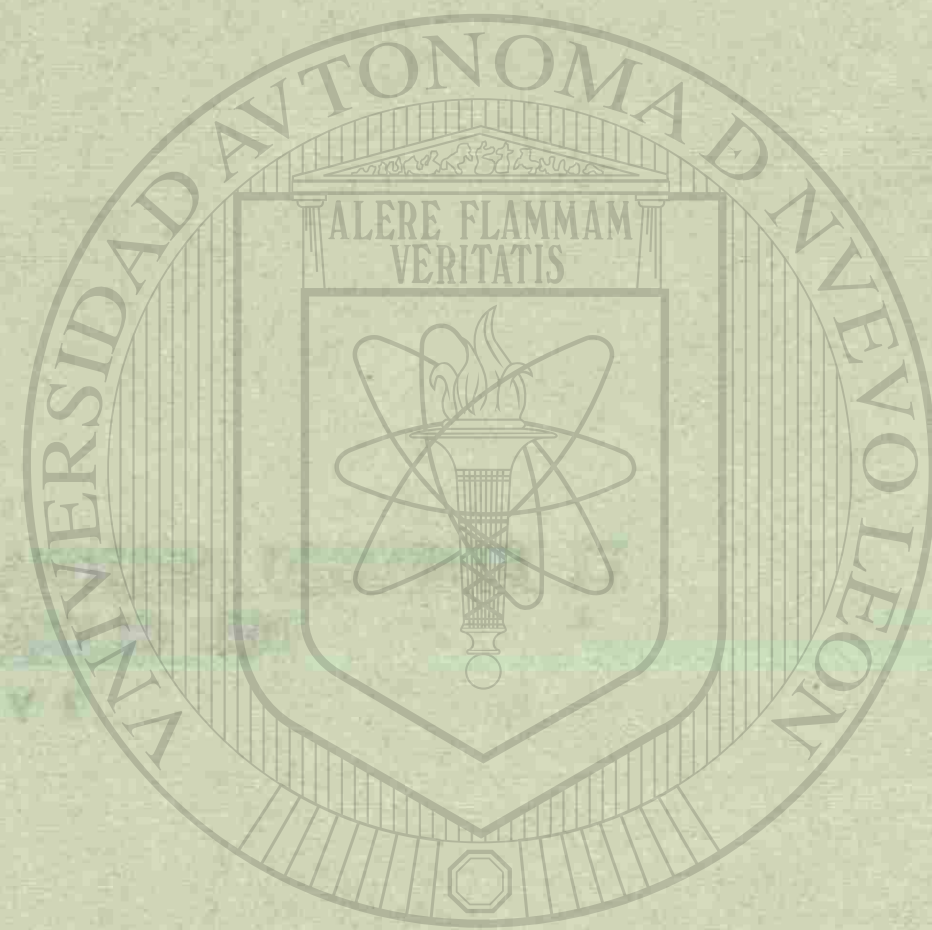
.N88

.S46

1992



HC 137
• N88
• S46
1992



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO
UNIVERSITARIO

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
LIBRERÍA, S.A. DE C.V.
MEXICO
1982

EL FONDO GENERAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DEL AÑO Y DEL MES DE...
1992

OBJETIVOS:

- * Promover el avance de las investigaciones en los recursos estadísticos y microfilmáticos en el territorio de México.
- * Definir la problemática y las prioridades en investigaciones a corto y mediano plazo y sugerir alternativas de solución.
- * Promover la difusión de la información para la más eficiente de estos recursos.

INDICADOR:

Rector:
LIC. MANUEL SILOS MARTINEZ

Secretario General:
DR. REYES S. TAMEZ GUERRA

Vice-Rector:
LIC. DAVID GALVAN ANCIRA

Director:
BIOL. M.C. GLAFIRO J. ALANIS FLORES

Comité Editorial:
DR. JORGE MARROQUIN DE LA FUENTE (Coordinador)
DR. JOSE G. MARMOLEJO
ING. OSCAR RAMIREZ

PATROCINADORES:

- * Rectoría de la Universidad Autónoma de Nuevo León
- * Fac. de Ciencias Forestales
- * Grupo Vial
- * Ucar Carbon Mexicana, S.A. de C.V.
- * Unión de Transportistas de Allende, S.C.

**II SIMPOSIO REGIONAL: AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION
DEL CLIMA Y DEL AGUA EN EL NORESTE DE MEXICO**

7 Y 8 de Octubre de 1991, Linares, N.L.

Prefacio

OBJETIVOS:

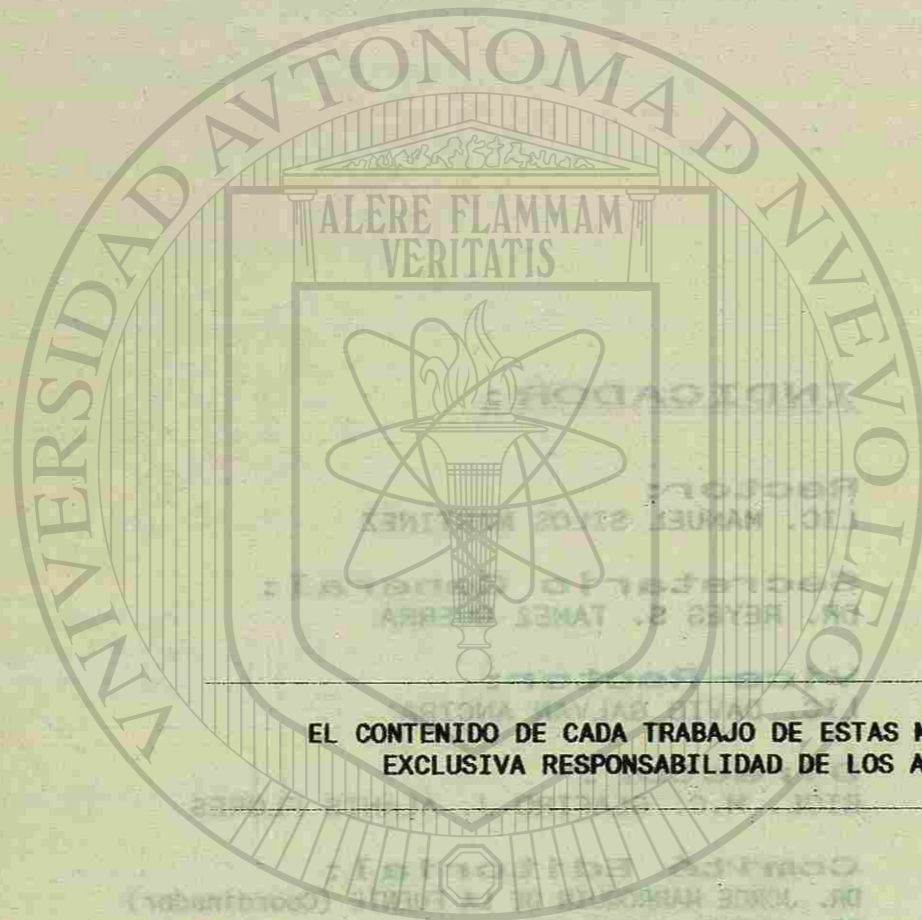
- * Conocer el avance de las investigaciones en los recursos climáticos e hidrológicos en el Noreste de México.
- * Definir la problemática y las prioridades en investigaciones a corto y mediano plazos y sugerir alternativas de solución.
- * Propiciar la difusión de la información para el uso eficiente de estos recursos.

ORGANIZADORES:

- * Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León
- * Departamento de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León.

PATROCINADORES:

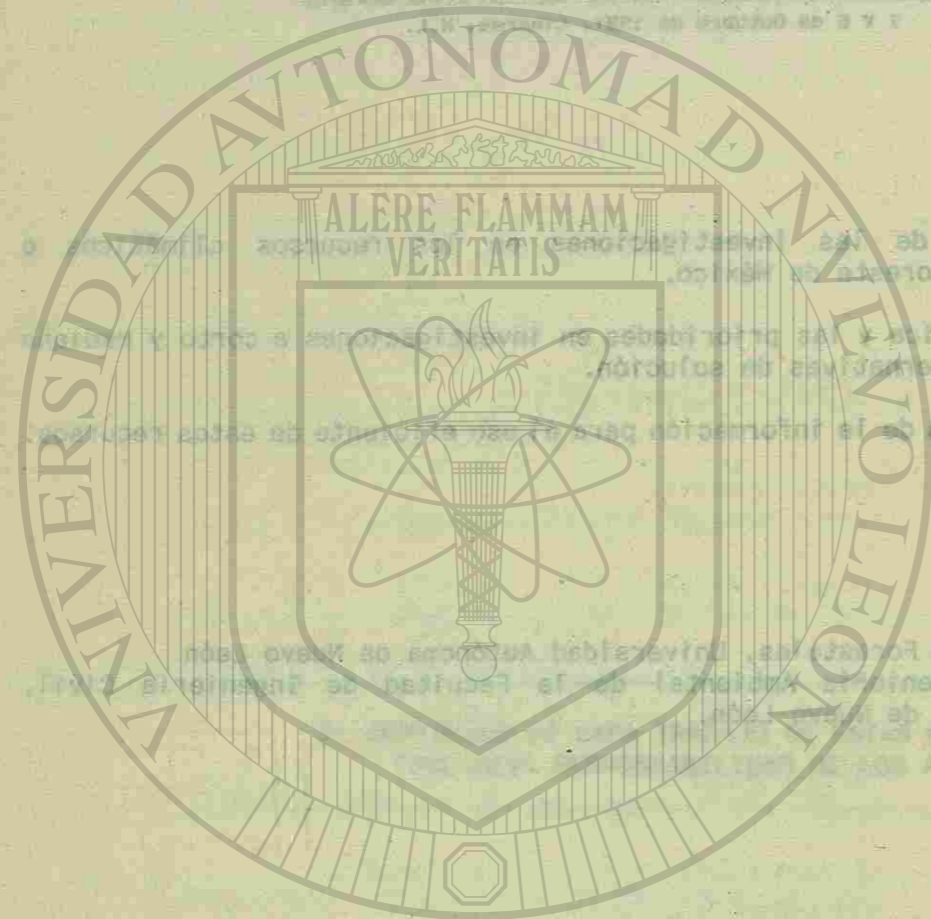
- * Rectoría de la Universidad Autónoma de Nuevo León
- * Fac. de Ciencias Forestales y Departamento de Ingeniería Civil, U.A.N.L.
- * Grupo Alfa
- * Grupo Vitro
- * Ucar Carbon Mexicana, S.A. de C.V.
- * Unión de Transportistas de Allende, N.L.



EL CONTENIDO DE CADA TRABAJO DE ESTAS MEMORIAS ES
EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

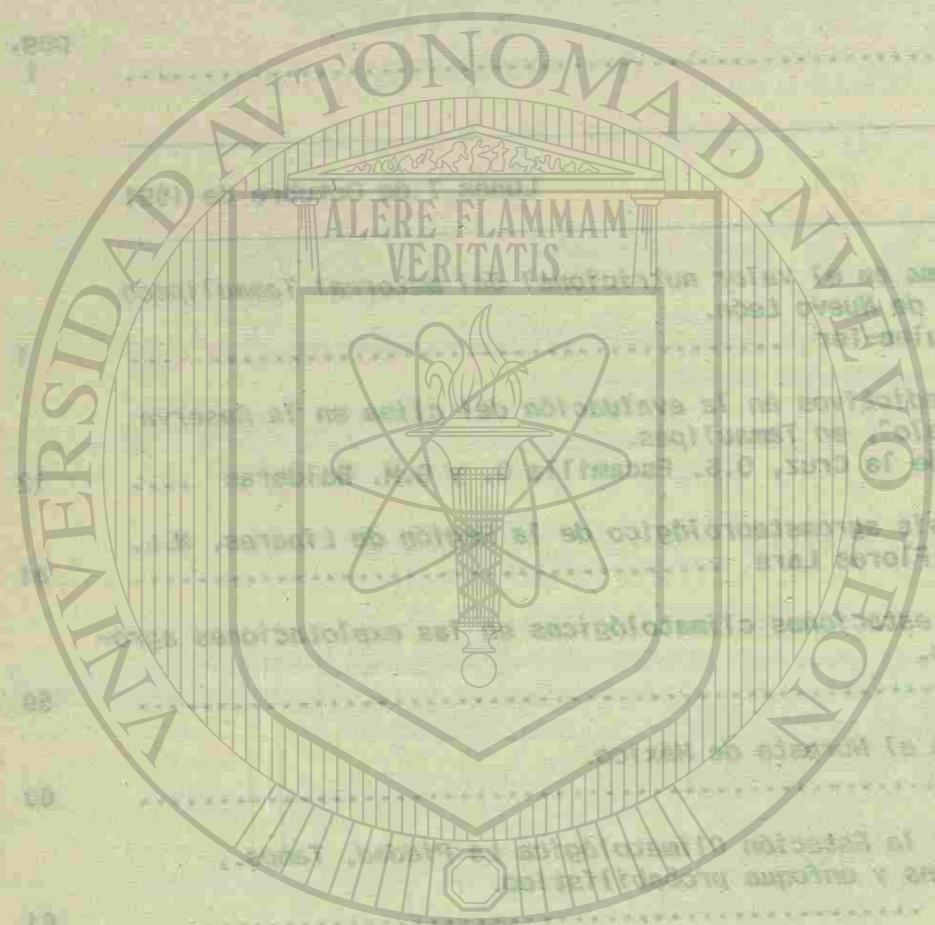


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE

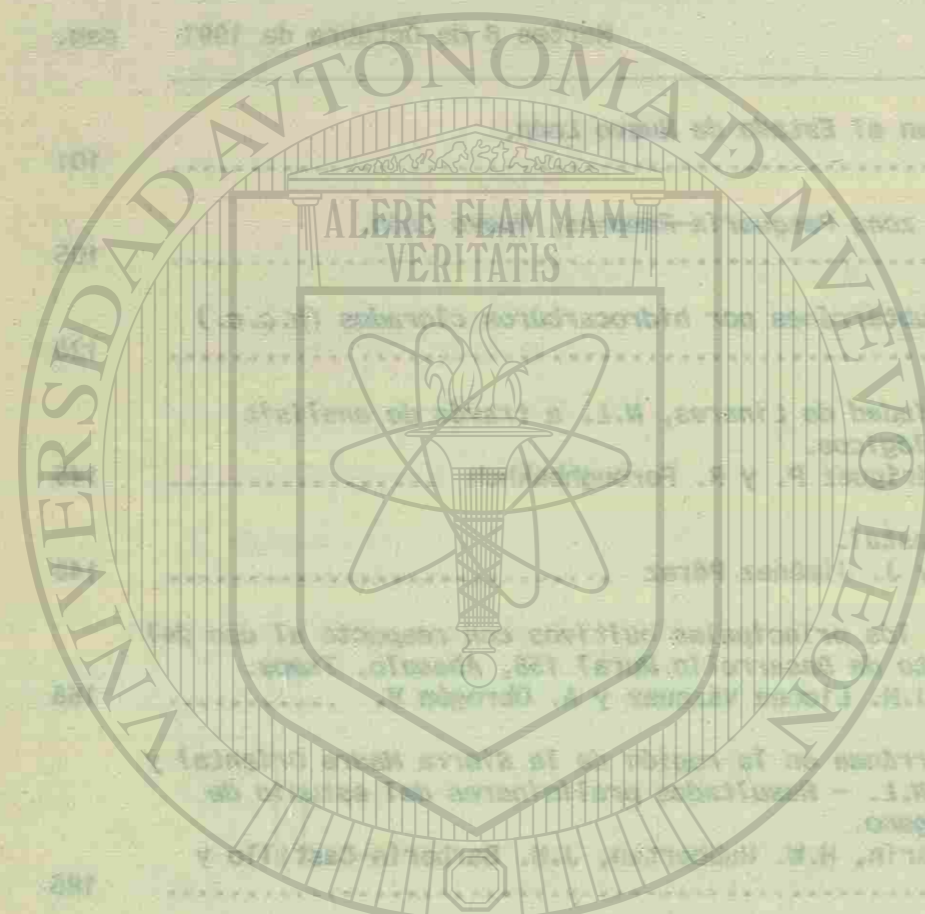
Prefacio	Martes 5 de Octubre de 1991	pag. i
<hr/>		
CLIMA	Lunes 7 de Octubre de 1991	101
<hr/>		
<i>La influencia del clima en el valor nutricional del matorral Tamaulipeco en el este del Estado de Nuevo León.</i>	A. Martínez y U. Meulen-Ter	1
<i>Uso de los modelos predictivos en la evaluación del clima en la Reserva de la Biósfera "El Cielo", en Tamaulipas.</i>	P. Almaguer S., P. de la Cruz, O.S. Escamilla G. y G.M. Balderas	12
<i>Contribución al analisis agrometeorológico de la Región de Linares, N.L.</i>	H. Villalón M. y J. Flores Lara	41
<i>La información de las estaciones climatológicas en las explotaciones agropecuarias y forestales.</i>	C. Horacio Sánchez	59
<i>Variación climática en el Noreste de México.</i>	G. Gómez	60
<i>Analisis de sequías en la Estación Climatológica La Piedad, Tamps., 1: Cálculos preliminares y enfoque probabilístico.</i>	D.F. Campos Aranda	61
<i>Avances de la investigación del impacto climático de la Oscilación del Sur en el Estado de Nuevo León.</i>	T. Cavazos Pérez	73
<i>Analisis y construcción de las curvas de intensidad-período de retorno para el estado de Nuevo León.</i>	R. Conde Rivera y C.A. Juárez Alvarado	74
<i>Analisis de sequías en la estación climatológica La Piedad, Tamps. 2: Método de Herbst, Bredenkamp y Barker.</i>	D.F. Campos Aranda	75
<i>Consideraciones sobre el comportamiento de la temperatura y sus efectos en la ciudad de Monterrey, N.L., para el año de 1990.</i>	J. Camacho Almonte	87
<i>Boletín climatológico No. 1: Región Citrícola de Nuevo León.</i>	T. Cavazos Pérez y V. Molina G.	100



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

AGUA	Martes 8 de Octubre de 1991	pag.
<hr/>		
<i>Contaminación ambiental en el Estado de Nuevo León.</i>		
B. Limón Rodríguez		101
<i>Mapeo de salinidad en la zona Pesquería-Ramones, Nuevo León.</i>		
R. Vázquez Alvarado		105
<i>Contaminación del agua subterránea por hidrocarburos clorados (h.c.c.)</i>		
M. Hofmann		125
<i>Calidad del agua de la ciudad de Linares, N.L. a través de análisis físicoquímico y bacteriológicos.</i>		
L.A. Hauad M., E.G. Rodríguez P. y R. Foroughbakhch		145
<i>El agua en el manejo forestal.</i>		
O.A. Aguirre Calderón y J. Jiménez Pérez		146
<i>Análisis y evaluación de los principales cultivos con respecto al uso del agua de riego del Distrito de Desarrollo Rural 158, Abasolo, Tamps.</i>		
J.M. Castillo Rivera, J.M. Licona Vázquez y A. Obregón V.		155
<i>Los flujos de agua subterránea en la región de la Sierra Madre Oriental y la Planicie de Linares, N.L. - Resultados preliminares del estudio de isótopos estables de oxígeno.</i>		
C.O. Rodríguez de Barbarín, H.W. Hubberten, J.M. Barbarín-Castillo y F. Diera Décida		185
<i>Problemas hidrogeológicos de la Región de Linares, N.L.-México.</i>		
J. Werner		187
<i>Estudio hidrológico de la Región de Linares, N.L. Fase Inicial en la confección de un modelo hidrogeológico del antepaís al Nordeste de la Sierra Madre Oriental de México.</i>		
J.M. Rojas, V.A. Vsevolozhsky, R.S. Shtengelov y V.I. Dyunin		195
<i>Hidrogeología de la Ciudad Universitaria de la Unidad Linares de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Linares, Nuevo León, México.</i>		
M.M. Rangel-Rodríguez		196
<i>Resultados preliminares de las investigaciones de filtración por potencial eléctrico natural en la Presa Cerro Prieto (Linares, N.L.)</i>		
C. Pola-Simuta, Kalinin A.V., Kulnitsky L.M. y Shalaeva N.V.		197
<i>Directorio de participantes del II y I Simposio Regional</i>		207



PREFACIO

El gran papel que juegan los factores *Clima y Agua* en el entorno físico, económico y social de la región, motivaron a la Facultad de Ciencias Forestales y al Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Nuevo León a organizar el **II Simposio Regional: Avances y Perspectivas de la Investigación del Clima y del Agua en el Noreste de México.**

Los temas fundamentales del simposio fueron: Agrometeorología, Climatología, Clima Urbano y Banco de Datos en el área de Clima, y en lo que se refiere al Agua se presentaron trabajos sobre Contaminación del Agua, Agua en el Uso Forestal y Agrícola, y Aguas Subterráneas.

Durante la organización de este evento se intentó establecer un puente de participación entre la Universidad, la Industria Privada (IP) y algunas Instituciones Gubernamentales, ya que éstos son, en general, los tres grandes organismos que marcan los lineamientos sobre investigación y uso y manejo de los recursos clima y agua. La IP se mostró muy positiva al patrocinar este evento, sin embargo, su ausencia durante el simposio fue clara a pesar de tener proyectos sobre contaminación del aire y del agua. Bastante apáticas se mostraron también instituciones tales como la SARH y la CNA, contrario al primer simposio realizado en Cd. Victoria, como podrá observarse en el directorio de participantes al final de la memorias. De tal forma que el evento resultó fundamentalmente universitario, con participantes de excelente calidad de San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León, el Distrito Federal y la Universidad Estatal de Moscú.

En las conclusiones del evento se remarcó la importancia de la creación de un Banco de Datos a nivel regional para tener un mayor acceso a los mismos, y con esto evitar la duplicidad de la captura de información. Se puntualizó la calidad de los trabajos presentados observando sin embargo, la falta de comunicación entre investigadores y usuarios, de tal forma que se sugirió la creación de un directorio de participantes el cual se presenta al final de las memorias. También surgió la idea de una posible asociación regional en donde se pueda enfocar en un futuro toda la información, y en donde haya además, un grupo de asesores especializados en los recursos climáticos e hidrológicos al servicio de la comunidad. Se mencionó que sería muy productivo incluir salidas a campo y excursiones en los próximos eventos, así como también exhibición y venta de aparatos. Se hizo notar la ausencia de instituciones gubernamentales, asimismo la de agricultores y ganaderos, considerando importante su participación en el próximo simposio. Por último, se sugirió invitar a alguna institución de gobierno a organizar el próximo evento, aunque también el Departamento de Ingeniería Ambiental manifestó su interés de realizar dicho evento en Monterrey.

A todos los investigadores y participantes, así como a los patrocinadores de este Simposio, nuestro reconocimiento por su entusiasta participación y colaboración.

Tereza Cavazos P.
Editor de la Memorias

II Simposio Regional: Avances y Perspectivas de la Investigación del Clima y del Agua en el Noreste de México

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
Linares, N.L., Agosto de 1992

PREFACIO

El gran papel que juegan los factores clima y agua en el entorno físico, económico y social de la región, motivaron a la Facultad de Ciencias Forestales y al Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Nuevo León a organizar el II Simposio Regional sobre el Clima y el Agua en el Estado de Nuevo León.

Los temas fundamentales de este evento son: El Clima y el Agua en el entorno físico, urbano y social de la región, la contaminación atmosférica y el agua, la agricultura y el agua, y el agua y el clima en el desarrollo urbano.

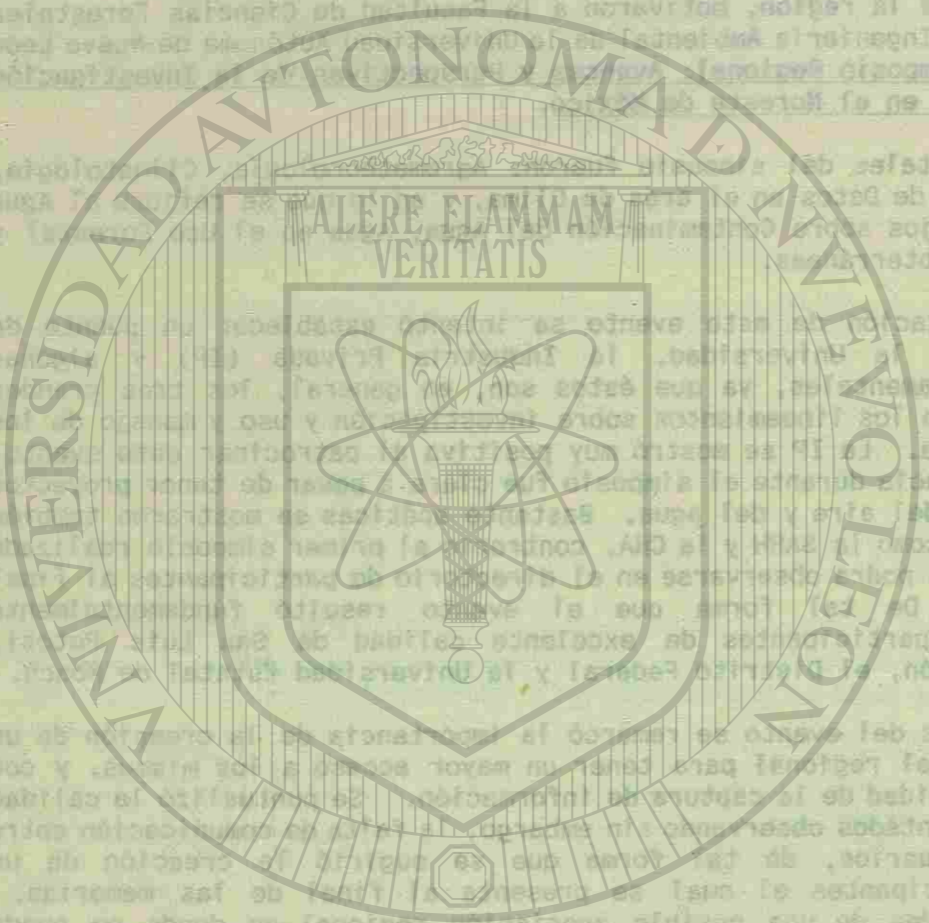
La organización de este evento se realizó con la participación de las autoridades gubernamentales, las instituciones gubernamentales y las instituciones académicas de la región. El evento se realizó en el Hotel Victoria, en el Estado de Nuevo León, el día 7 de octubre de 1991.

En las conclusiones del evento se destacó la importancia de la investigación y la capacitación de los recursos humanos en el campo del clima y el agua, así como la necesidad de la creación de un departamento de clima y agua en la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.

La comisión organizadora agradece a todos los participantes que hicieron posible este evento, así como a las autoridades gubernamentales y académicas que colaboraron en su realización. Esperamos que este evento sea un punto de partida para la creación de un departamento de clima y agua en la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.

A todos los investigadores y participantes, así como a los patrocinadores de este evento, se les agradece su participación y colaboración.

Teresa Cavazos P.
Editora de la Memoria
El Simposio Regional sobre el Clima y el Agua en el Estado de Nuevo León
del Clima y el Agua en el Estado de Nuevo León
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Linares, N.L., Agosto de 1992



H
1

LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL DESARROLLO URBANO Y SOCIAL DE LA REGIÓN

El clima y el agua son factores fundamentales en el desarrollo urbano y social de la región. La contaminación atmosférica y el agua, así como la agricultura y el agua, son temas de gran importancia.

El evento se realizó en el Hotel Victoria, en el Estado de Nuevo León, el día 7 de octubre de 1991.

JUAN CLIMA

7 de octubre de 1991

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PREFACIO

El gran papel que juegan los factores clima y agua en el entorno físico, económico y social de la región, motivaron a la Facultad de Ciencias Forestales y al Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Nuevo León a organizar el II Simposio Regional sobre el Clima y el Agua en el Estado de Nuevo León.

Los temas fundamentales de este evento son: El Clima y el Agua en el entorno físico, urbano y social de la región, la contaminación atmosférica y el agua, la agricultura y el agua, y el agua y el clima en el desarrollo humano.

La organización de este evento se realizó con la participación de las autoridades gubernamentales, las instituciones gubernamentales y las instituciones académicas de la región. El evento se realizó en el Hotel Victoria, en el Estado de Nuevo León, el día 7 de octubre de 1991.

En las conclusiones del evento se destacó la importancia de la investigación y la educación en el campo del clima y el agua, así como la necesidad de contar con personal capacitado en esta área.

La comisión organizadora agradece a todos los participantes por su valiosa contribución al evento, así como a las autoridades gubernamentales y académicas por su apoyo y colaboración.

A todos los investigadores y participantes, así como a los patrocinadores de este evento, se les agradece por su participación y colaboración.

Teresa Cavazos P.
Editora de la Memoria
El Simposio Regional sobre el Clima y el Agua en el Estado de Nuevo León
del Clima y el Agua en el Estado de Nuevo León
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Linares, N.L., Agosto de 1992



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

JUAN CLIMA

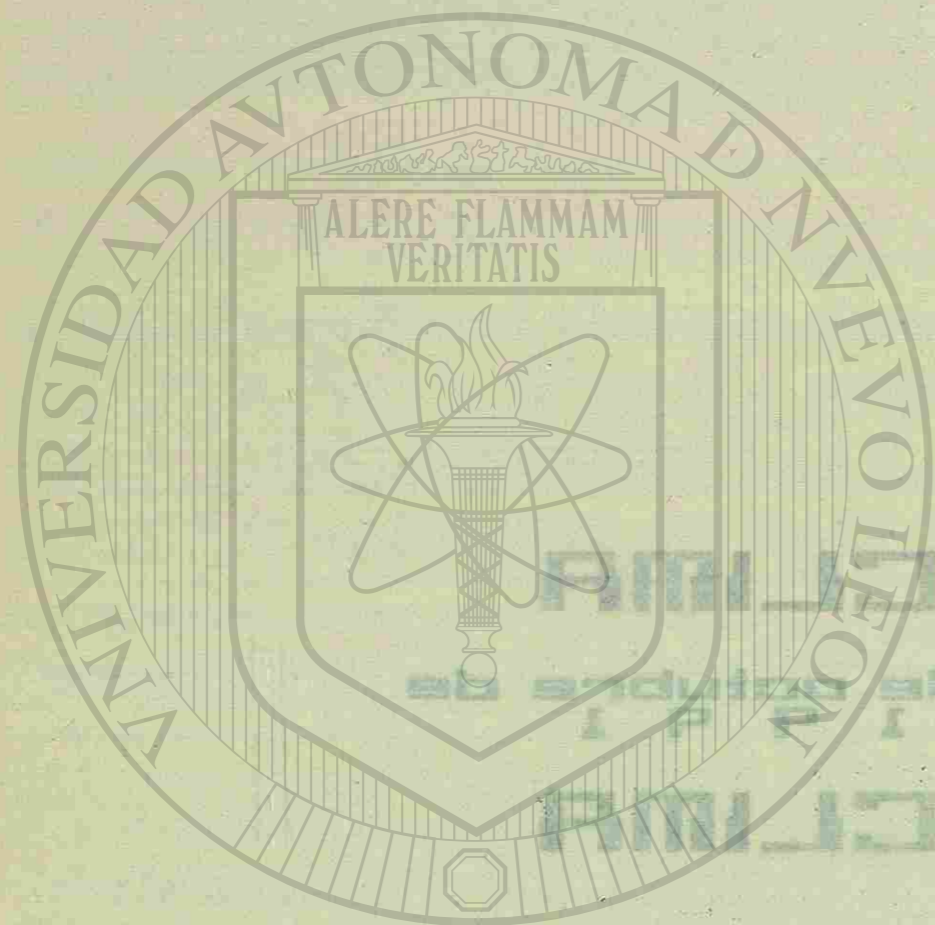
7 de octubre de 1991

LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL DESARROLLO HUMANO Y EL MEDIO AMBIENTE

El clima es un factor determinante en el desarrollo humano y el medio ambiente. La influencia del clima en el desarrollo humano y el medio ambiente es un tema de gran importancia que requiere de una investigación científica y tecnológica para comprender los procesos que intervienen en este fenómeno. Este libro presenta los resultados de una investigación científica y tecnológica sobre la influencia del clima en el desarrollo humano y el medio ambiente.



H
01



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL VALOR NUTRICIONAL DEL MATORRAL TAMAUPIPECO EN EL ESTE DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL VALOR NUTRICIONAL DEL MATORRAL TAMAUPIPECO EN EL ESTE DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Alfonso Martínez *
Meulen-Ter. U. **

RESUMEN

Mediante el uso del análisis de componentes principales fue evaluada la influencia que tienen algunos factores climáticos en el valor nutricional del matorral tamaulipeco en las inmediaciones de Linares, N.L.. Se determinaron tres componentes principales a los que se les asignaron los nombres de "humedad", "sequía" y "humedad de corta duración" representando éstos el 91% de la variación climática total. "Humedad" muestra una correlación negativa y estadísticamente significativa ($P < 0.05$) con el porcentaje de fibra detergente ácido y con el contenido de celulosa de la vegetación. La digestibilidad de la materia seca y el contenido de cenizas se correlacionan negativamente y de manera significativa ($P < 0.05$) con el componente principal "sequía". El porcentaje de extracto etéreo del forraje se correlaciona positivamente y de manera altamente significativa ($P < 0.01$) con el componente principal "sequía". "Humedad de corta duración" muestra una correlación negativa y altamente significativa ($P < 0.01$) con el porcentaje de fibra cruda. Mediante la presente investigación fue posible ampliar el conocimiento sobre el papel que juega el clima en la fluctuaciones de la calidad nutritiva del matorral tamaulipeco.

* Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.

LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL VALOR NUTRICIONAL DEL
MATORRAL TAMAULIPECO EN EL ESTE DEL ESTADO DE NUEVO LEON

Martínez, M. Alfonso; Meulenter, U.

Introducción

El clima juega un papel sumamente importante en la dinámica de los ecosistemas y el caso del ecosistema del pastizal no es la excepción. El pastizal es un ecosistema donde factores bióticos tales como los animales, las plantas y los microorganismos están relacionados entre sí e interactúan a la vez con factores abióticos tales como el suelo y el clima. Aunque el clima afecta directamente a los animales su principal efecto sobre ellos es indirecto a través de los cambios cuantitativos y cualitativos que ocasiona en la vegetación.

Cuando se presentan condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la plantas es posible observar grandes cambios positivos en el pastizal. La productividad de biomasa por hectárea alcanza bajo estas condiciones los valores más elevados del año.

La relación entre el clima y la cantidad de biomasa que producen los pastizales es muy estrecha; de hecho un factor climático, la precipitación, es en gran medida responsable directo de las fluctuaciones en la producción de biomasa que ocurren en los pastizales. Esta estrecha relación ha permitido a los investigadores desarrollar, para algunas áreas del mundo, ecuaciones de regresión bastante precisas

por medio de las cuales es posible calcular la producción de biomasa a partir de datos de precipitación.

Es necesario subrayar que las fluctuaciones en las condiciones climáticas mencionadas causan no solo cambios en la productividad de biomasa sino igualmente en la composición química y por lo tanto en la calidad nutricional de la vegetación.

De manera bastante general podemos afirmar que en el contenido celular de las células vegetales se encuentran los componentes nutricionales más importantes para los animales, los cuales presentan una digestibilidad bastante alta. Contrariamente, la pared celular está formada en su mayor parte por componentes estructurales los cuales son parcialmente digestibles o indigestibles.

Bajo condiciones climáticas desfavorables para el crecimiento de las plantas, la proporción de pared celular aumenta. Contrariamente, en los tejidos en rápido crecimiento predominantes bajo condiciones climáticas favorables, las proporciones de contenido celular son altas.

Tanto la reducción en la productividad de biomasa de los pastizales como la disminución en la calidad nutritiva de las plantas se ven reflejadas necesariamente en la condición de los animales que ahí apacentan sean éstos, salvajes o domésticos.

Dada la importancia de la problemática planteada, es comprensible que los científicos realicen constantemente esfuerzos para decifrar y medir de alguna manera estas interacciones con motivos principalmente de predicción.

4
Dado que la influencia del clima sobre la productividad de biomasa es bastante entendible, las investigaciones de los últimos años se han enfocado en decifrar los efectos que tiene el clima en el valor nutritivo de la vegetación. El problema principal para estas investigaciones radica en que cada componente químico puede ser influenciado de manera distinta por uno o varios factores climáticos y que los cambios en la vegetación son más que todo debidos a su interacción.

Otro aspecto que dificulta las investigaciones es la interrelación sumamente estrecha entre los factores climáticos, lo cual dificulta la interpretación de su efecto individual. Estos hechos han orillado a los científicos a trabajar bajo condiciones de invernadero donde cada factor climático puede ser controlado (WILSON, 1982). Es poco probable que en pastizales naturales se presenten estas condiciones por lo que la transferencia de los resultados de ese tipo de investigaciones es bastante limitada.

El análisis de componentes principales es una herramienta muy útil para reducir e interpretar relaciones complicadas entre las variables (HARTUNG Y ELPELT, 1984).

El objetivo de la presente investigación es por lo tanto desarrollar una metodología que permita evaluar e igualmente entender el efecto de algunos factores climáticos en el valor nutricional de la vegetación bajo condiciones naturales.

Materiales y Métodos

El muestreo de la vegetación se realizó en los primeros 5 días de cada mes durante un año mediante el uso de caprinos fistulados del esófago. A las muestras se les practicó un análisis proximal completo, además se determinaron los componentes de la pared celular y su digestibilidad *in vitro* (MARTINEZ Y TER-MEULEN, 1991). En una estación meteorológica cercana fueron registrados diariamente los datos de precipitación, temperatura y evaporación. Con los datos meteorológicos se formaron de una manera artificial variables "temporales". Estas variables incluyen los tres factores climáticos siendo el tiempo de su presentación el factor determinante para su elaboración. Cada variable cualitativa de la vegetación y las variables meteorológicas fueron incluidas en una regresión múltiple siendo estas últimas variables los regresores. Posteriormente se seleccionaron las variables climáticas que mostraron, cuando menos para una variable química de la vegetación, un coeficiente de regresión estadísticamente significativo. Las variables seleccionadas fueron sometidas a un análisis de componentes principales, reduciéndose el número de variables a tres componentes principales. Estos tres componentes fueron sometidos a un análisis de correlación con las variables cualitativas de la vegetación.

Resultados

Las variables meteorológicas seleccionadas después del análisis de regresión múltiple son: 1) Temperatura media

registrada el mes anterior al muestreo, 2) Precipitación total ocurrida en el mes anterior al muestreo, 3) Precipitación media ocurrida los dos meses anteriores al muestreo, 4) Precipitación total registrada en los 15 días anteriores, 5) Temperatura media ocurrida durante 15 días anteriores al muestreo, 6) Porcentaje de la precipitación mensual ocurrida durante los 15 días previos al muestreo, 7) Un índice formado de la temperatura y la precipitación ocurrida los 15 días, 8) La evaporación media de los últimos 15 días y 9) La evaporación total ocurrida en el último mes.

Después del análisis de componentes principales se obtuvieron los resultados que aparecen en la tabla 1. Fueron seleccionados tres Componentes Principales (CP) los cuales en conjunto aclaran cerca del 90% de la variación climática total.

Las relaciones de estos componentes con las variables climáticas puede apreciarse en la tabla 1. El primer CP se relaciona de manera mas estrecha con las variables formadas por la precipitación y la evaporación. Existe además una relación menos marcada entre este componente y las variables que representan la temperatura, esto debido sobre todo a que durante las épocas con mayor precipitación también se presentan temperaturas altas. Dada su estrecha relación con las variables que engloban la precipitación y la evaporación se le asignó al primer CP el nombre de "humedad".

El segundo CP se relaciona de manera positiva con las variables que engloban la temperatura (ver Tab. 1) su relación con las variables formadas por la evaporación es negativa. Debido a estas características se le asignó al segundo CP el nombre de "sequía".

El tercer componente principal muestra la correlación mas estrecha con el porcentaje de la precipitación total ocurrida durante los 15 días previos al muestreo. La correlación con la precipitación total ocurrida el mes pasado y con la de los últimos 15 días es negativa. Debido a estas correlaciones el tercer CP se interpretó como un periodo de tiempo corto en el cual, después de un espacio de tiempo con condiciones de sequía ocurrieron precipitaciones y se le asignó el nombre de "humedad de corta duración".

Tabla 1. Variables climáticas seleccionadas reducidas mediante el análisis de componentes principales.

	COMPONENTES PRINCIPALES (CP)		
	1	2	3
Varianza aclarada por CP	62.01	16.48	12.00
Variables Climáticas	Matriz de Correlación		
Temp. media del mes anterior	.669	.554	.483
Prec. total del mes * *	.845	.266	-.418
Prec. media de los 2 meses * *	.909	.073	-.024
Prec. total de los últimos 15 días	.911	.021	-.222
Temp. media de * * 15 días	.560	.679	.456
Índex de Temp. y Prec.	.910	.016	-.225
% de la Prec. mensual ocurrida los últimos 15 días	.389	-.636	.611
Evap. media en los últimos 15 días	.811	-.471	.095
Evap. * * 30 días	.802	-.105	-.228
Evap. total del mes anterior	.882	-.406	.131

En la tabla 2 aparecen los coeficientes de correlación determinados entre los tres CP y algunas de las variables cualitativas de la vegetación.

La fibra detergente ácido y la celulosa se correlacionan negativamente y de manera estadísticamente significativa con el CP "humedad". La fracción de extracto etéreo se correlaciona de manera positiva y significativa con este mismo CP.

"Sequía" se correlaciona negativamente y de manera significativa con la digestibilidad de la materia seca y con el contenido de cenizas de la vegetación seleccionada por los caprinos. Su relación con el contenido de lípidos es más estrecha que la que presenta "humedad".

"Humedad de corta duración" se correlaciona de manera negativa con el porcentaje de fibra cruda de la vegetación.

Tabla 2. Correlaciones significativas determinadas entre los tres componentes principales y variables cualitativas de la vegetación.

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGET.	COMPONENTES PRINCIPALES		
	"HUMEDAD"	"SEQUIA"	"HUMEDAD DE CORTA DURACION"
Coeficientes de correlación (r)			
Fibra Acido Detergente	-.546z	-.340	-.218
Celulosa	-.588z	-.291	-.205
Digestibilidad (MS)	.244	-.440y	-.181
Cenizas	.079	-.488y	.118
Fibra Cruda	-.201	.097	-.838z
Extracto Etéreo	.476y	.752z	-.148

(y) P < 0,05 (z) P < 0,01

Discusión

El primer CP "humedad" puede interpretarse como un período de tiempo relativamente prolongado donde se presentan condiciones favorables para el desarrollo de las plantas. Bajo estas condiciones se estimula el desarrollo de tallos suculentos y hojas jóvenes, tejidos que poseen una alta proporción de contenido celular (CC). En la región donde se realizó la presente investigación ocurre esta situación desde agosto hasta octubre donde la relación entre la precipitación por un lado y la temperatura y la evaporación

potencial por el otro es más favorable. De hecho durante este espacio de tiempo fueron determinados los más altos porcentajes de CC, por lo que la relación negativa entre el CP "humedad" y los componentes de la pared celular puede ser explicada.

El segundo componente "sequia" representa períodos con altas temperaturas y escasa precipitación. Puede interpretarse como espacios de tiempo en los cuales las condiciones climáticas son desfavorables para el desarrollo de las plantas.

Durante la sequía las plantas acumulan nutrientes en su sistema radicular. McDOWELL (1985) atribuye a esto el descenso de la concentración de minerales en las porciones aéreas de las plantas que ocurre bajo las mencionadas condiciones climáticas. De este modo puede ser explicada igualmente la correlación negativa encontrada entre "sequía" y el contenido de cenizas.

"Sequia" mostró además una correlación negativa con la digestibilidad de la materia seca. Los dos valores más reducidos en el porcentaje de digestibilidad fueron encontrados durante los meses de junio y julio. Precisamente en estos meses la relación entre la precipitación y la temperatura es bastante desfavorable.

En la presente investigación es difícil identificar los motivos del descenso ocurrido en la digestibilidad. La aclaración más lógica sería que bajo estas condiciones climáticas la proporción de la pared celular y sobre todo el grado de lignificación aumentarían afectando así a la digestibilidad (VAN SOEST, 1982). En el presente estudio no

se determino sin embargo, que estos factores afectaran la digestibilidad.

Interesante es la relación entre el porcentaje de extracto etereo y el CP "sequía". Posiblemente bajo las condiciones climáticas prevalecientes los animales se vieron forzados a consumir plantas y partes de plantas que no pertenecen a su dieta normal. La nueva ración pudo haber contenido ácidos grasos esenciales, los cuales reducen la actividad de los microorganismos retículo-ruminales disminuyendo así la digestibilidad (NAGY et al., 1964; OH et al., 1967).

El tercer componete principal "sequía de corta duración" se interpreta como un periodo corto de tiempo donde después de un período de sequía ocurren precipitaciones. La relación negativa con el porcentaje de fibra cruda nos indica que situaciones ambientales favorables se ven reflejadas rápidamente en la calidad nutritiva de la vegetación.

Podemos afirmar que con ayuda de la metodología aquí empleada fue posible entender en parte el efecto que tiene el clima sobre la calidad nutritiva de la vegetación muestreada. Es necesario sin embargo probar esta metodología en estudios posteriores con una mayor magnitud de datos y en otros ecosistemas para constatar su uso potencial.

Bibliografía:

HARTUNG, J.; B. ELPELT, 1984: Multivariate Statistik, Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. Ed. R. Oldenbourg, Munich.

MARTINEZ, M.A.; U. ter-MEULEN, 1991: Untersuchungen zur Ernährungssituation extensiv gehaltener Ziegen im Nord-Osten Mexikos. Teil 1: Der ernährungsphysiologische Wert des von den Ziegen ausgewählten Pflanzenmaterials. Der Tropenlandwirt (in Press).

McDOWELL, L.R., 1985: Nutrition of grazing ruminants in warm climates. Academic Press Inc., Londres.

NAGY, J.H.; STEINHOFF, H.W.; WARD, G.M. (1964): Effects of essential oils of sagebrush on deer rumen microbial function. J. Wildl. Management 28, 785-790.

OH, H.K.; SAKAI, T; JONES, M.B.; LONGHURST, W.M. (1967): Effect of various essential oils isolated from Douglas fir needles upon sheep and deer rumen microbial activity. Appl. Microbiol. 15, 777-784.

VAN SOEST, P.J. (1982): Nutritional Ecology of the Ruminant. Ed. O & B Books, Corvallis Oregon.

WILSON, J.R.: (1982): Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. 24-28 agosto 1981, St. Lucia, Australia, Resúmenes de Simp., 111-131.

USO DE LOS MODELOS PREDICTIVOS EN LA EVALUACION DEL CLIMA
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO", EN TAMAULIPAS

Pedro Almaguer Sierra *
O.S. Escamilla G. *

RESUMEN

Este trabajo trata de validar la metodología para estimar los parámetros más importantes, que nos permitan conocer el clima en áreas donde no existen antecedentes de información de las Estaciones Meteorológicas. Utilizando la información estadística de las estaciones cercanas a la Reserva de la Biósfera "El Cielo" y tomando en cuenta algunos modelos recomendados para la República Mexicana, se pretende dar un enfoque Agrometeorológico, Smith (1975), para apoyar las actividades Productivas y de Investigación en la Reserva. El área se ubica entre los 22° 55' 30" y 23° 25' 30" LN y los 99° 05' 50" y 90° 05' 00" LW, con altitudes desde 150 a 2320 mSNM y una superficie aproximada de 144 mil Ha. Los modelos usados fueron los siguientes: Radiación global, Angstron (1924) y Black (1956); Temperatura, Método simple o empírico y del Gradiente mediano o de las Cruces Ortiz (1987); Horas Frío con Damota (1983) y Weinberger; Período libre de heladas, en base a probabilidades de ocurrencia; Período de crecimiento vegetal, de acuerdo con la FAO (1978); Evapotranspiración y Precipitación, varios modelos; etc. Como avances se tienen definidos: los modelos para estimar la temperatura media anual, mensual y las horas frío, se han determinado los períodos libres de heladas y del crecimiento vegetal, la radiación global media del área y la precipitación media anual. Con apoyo en mapas topográficos se han podido obtener los mapas de temperatura y horas frío, así como isolíneas del período de crecimiento vegetal. Se considera que el uso de estos modelos es una alternativa viable para el conocimiento del clima en la reserva y permite comparar estos resultados con evaluaciones hechas por otros investigadores a nivel nacional, en forma generalizada de esta región.

USO DE LOS MODELOS PREDICTIVOS EN LA EVALUACION DEL CLIMA
DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO" EN TAMAULIPAS

Almaguer Sierra, P. 1
Placido de la Cruz, J. 2
Escamilla G.O.S. 2
Balderas, G.M. 3

ANTECEDENTES

La Reserva de la Biósfera "El Cielo" se ubica entre los 22° 55'30" y 23°25'30" LN y los 99°05'50" y 99°26'30" LW y tiene una superficie aproximada de 144,000 Has. Existen siete tipos de clima templado según Enriquta García (INEGI) divididos en cuatro subgrupos que van desde el semicálido-húmedo subhúmedo, templado, semiseco y seco (Fig. 1 y 2).

Este trabajo pretende contribuir al conocimiento y evaluación de la magnitud, frecuencia y época de ocurrencia de los parámetros que definen el clima del área de estudio, y responde a la necesidad de un enfoque agrometeorológico intentando poner a la Meteorología al servicio de la agricultura en diversas formas y facetas, para mejorar el uso de las tierras, evitando el uso irreversible de los recursos bajo una estrategia de conservar para el futuro produciendo con una base sostenida.

Como meta se plantea centralizar, analizar e interpretar la información meteorológica de las estaciones cercanas al área de estudio, dar apoyo a las actividades productivas de investigación, instalar una estación agrometeorológica principal y una pequeña red de módulos de registro de algunos parámetros de clima.

Como antecedentes técnicos de trabajos realizados en los últimos años y programas de caracterización climática en operación, sabemos que la SARH tiene varios de ellos.

En la zona sur del estado, particularmente en le Campo Experimental del CIFAP Región Pánuco, se trabaja un esquema operativo para la unidad agroclimatológica que tiene como

- FIGURA 2
- 1 Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Depto. de Biología,
 - 2 Estudiante de Postgrado en la Fac. de Agronomía de la U.A.T.
 - 3 Investigador del CBETA No. 83, Loma Alta, Gómez Farías, Tamps.

* Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, S.E.P.
[FAX: 91(131)28046]

USO DE LOS MODELOS PREDICTIVOS EN LA EVALUACION DEL CLIMA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO" EN TAMAULIPAS

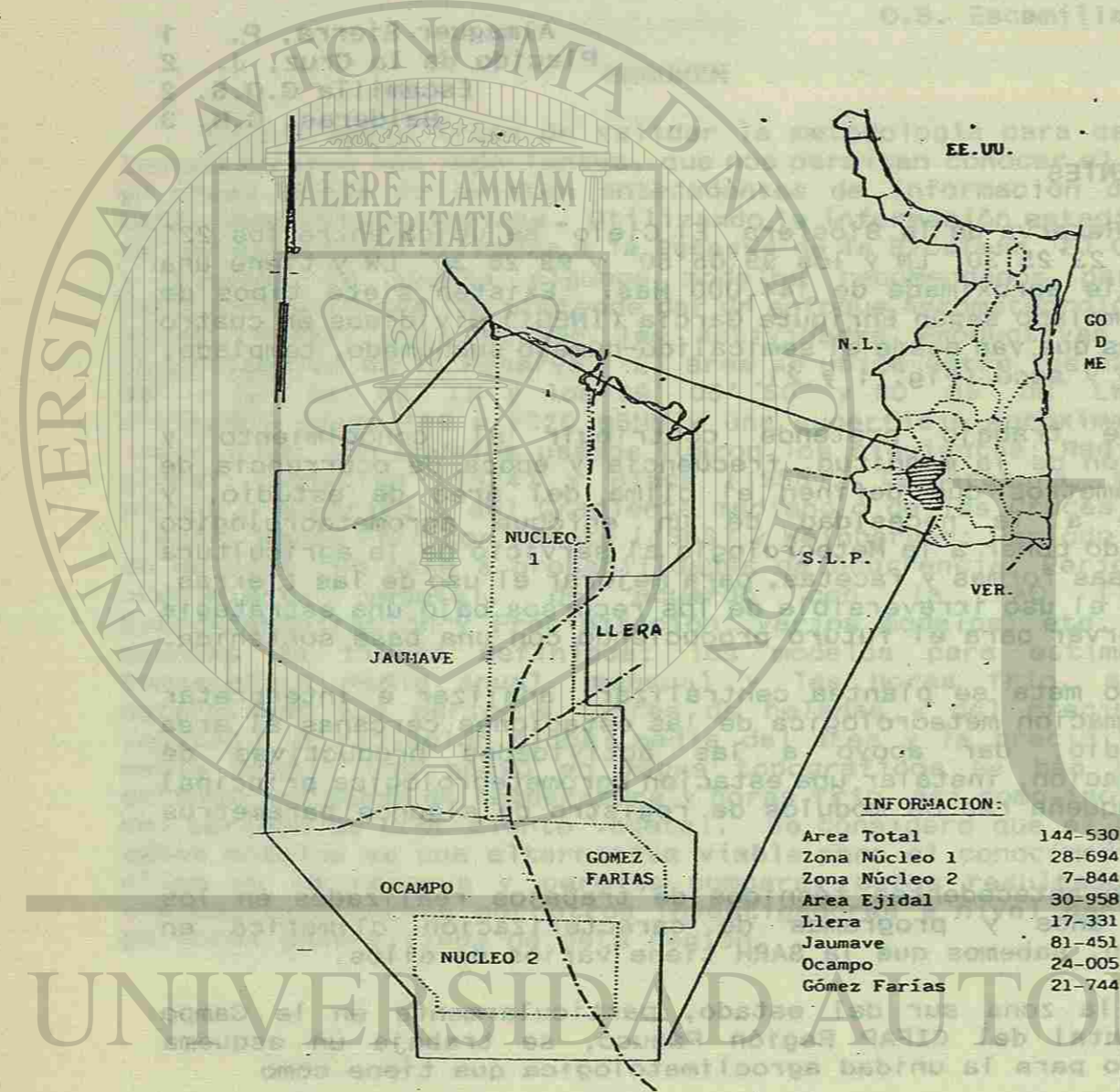


FIGURA 1
RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO". TAMAULIPAS, MEXICO.

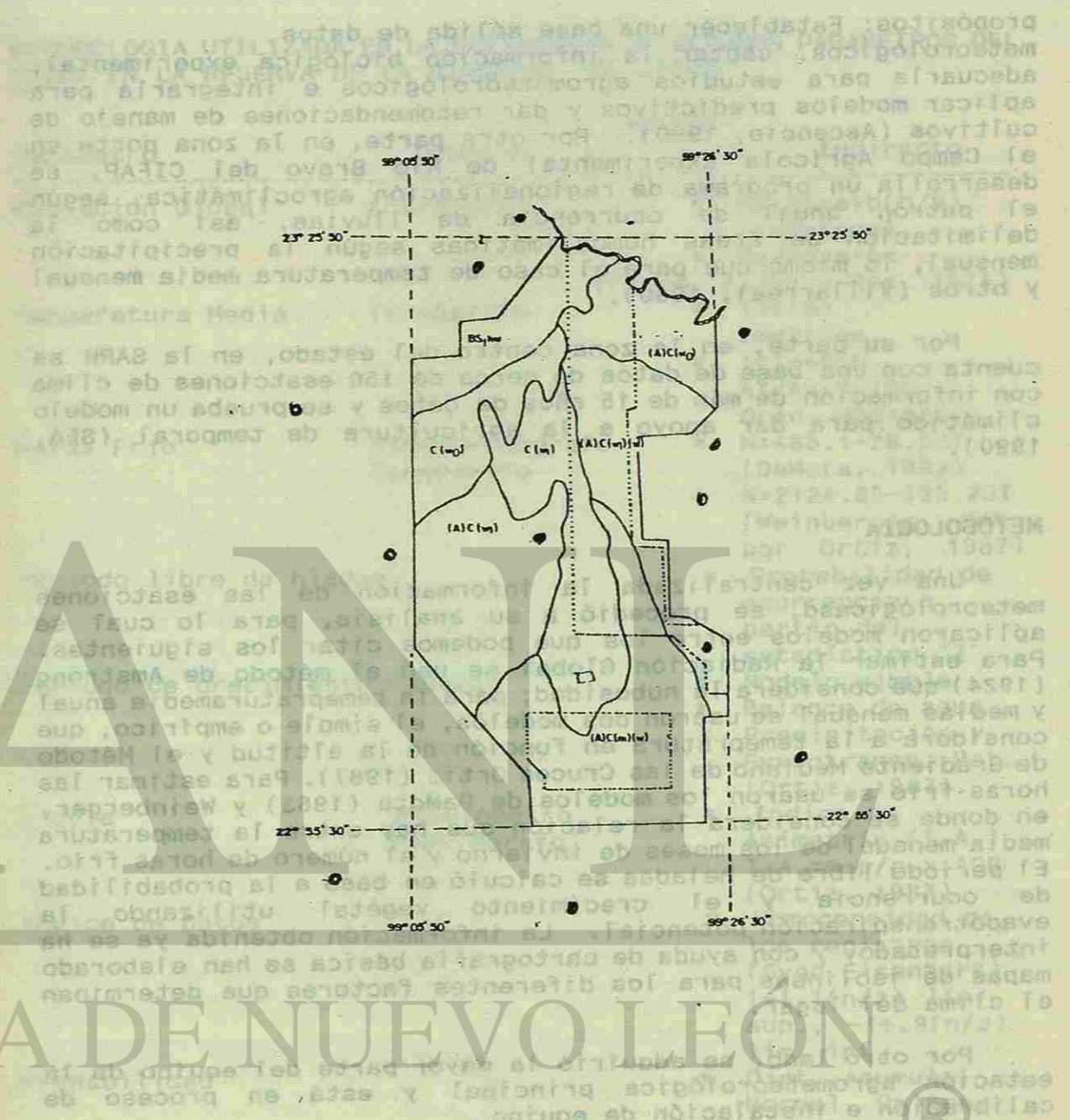


FIGURA 2
CLIMAS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO" (INEGI)

propósitos: Establecer una base sólida de datos meteorológicos, captar la información biológica experimental, adecuarla para estudios agrometeorológicos e integrarla para aplicar modelos predictivos y dar recomendaciones de manejo de cultivos (Ascencio, 1990). Por otra parte, en la zona norte en el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo del CIFAP, se desarrolla un programa de regionalización agroclimática, según el patrón anual de ocurrencia de lluvias, así como la delimitación de áreas homoclimáticas según la precipitación mensual, lo mismo que para el caso de temperatura media mensual y otros (Villarreal, 1990).

Por su parte, en la zona centro del estado, en la SARH se cuenta con una base de datos de cerca de 150 estaciones de clima con información de más de 15 años de datos y se prueba un modelo climático para dar apoyo a la agricultura de temporal (SFA, 1990).

METODOLOGIA

Una vez centralizada la información de las estaciones meteorológicas, se procedió a su análisis, para lo cual se aplicaron modelos entre los que podemos citar los siguientes. Para estimar la Radiación Global se usó el método de Armstrong (1924) que considera la nubosidad; para la temperatura media anual y medias mensual se usaron dos modelos, el simple o empírico, que considera a la temperatura en función de la altitud y el Método de Gradiente Mediano de las Cruces Ortiz (1987). Para estimar las horas frío se usaron los modelos de DaMota (1963) y Weinberger, en donde se considera la relación que hay entre la temperatura media mensual de los meses de invierno y el número de horas frío. El período libre de heladas se calculó en base a la probabilidad de ocurrencia y el crecimiento vegetal utilizando la evapotranspiración potencial. La información obtenida ya se ha interpretado, y con ayuda de cartografía básica se han elaborado mapas de isolíneas para los diferentes factores que determinan el clima del lugar.

Por otro lado, se adquirió la mayor parte del equipo de la estación agrometeorológica principal y está en proceso de calibración e instalación de equipo.

METODOLOGIA UTILIZADA EN LA ESTIMACION DE ALGUNOS PARAMETROS DEL CLIMA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO"

Parámetro	METODO	
	Directo	Indirecto
Radiación Global	Actinógrafo	* $R_g/R_o = a + b(n/N)$ (Angstrom) * $R_g/RA = a + bc$ (Frere, Rijks y Rea, 1975)
Temperatura Media	Termógrafo	* $T = f(h)$ Empírico * $T = T_o + b1h$ $AT/Ah \times 100$ Grad. Mediano
Horas Frío	Higrotermógrafo Termógrafo	* $N = 485.1 - 28.52T$ (DaMota, 1983) * $N = 2124.85 - 125.23T$ (Weinberger, Cit. por Ortiz, 1987)
Período libre de heladas		* Probabilidad de ocurrencia a partir del estadístico "Z"
Periodo de crecimiento vegetal		* Modelo simple * Balance de agua * Precipitación y Evapotransp. Pot. (Ortiz, 1987).
Lluvia	Pluviómetro Pluviógrafo	* Índice de Asimetría (I.A.) $I.A. = m - p/p \times 100$ (Ortiz, 1987)
Índice de Datos		* Homogeneidad de los registros (Sved Eisenhart) $1 + 1.1(n/z)$ lím. sup., $-1 + 1.9(n/z)$ lím. inf.
Probabilidad		* Dist. Acumul., Normal, Galton, Gama-Incompleta, Bondad de ajuste Kolmogoror - Smirnov
Evapotranspiración		* $ETP = KT + 15$ $(R_g + 50)(1 + 50 - HR/70)$ Turc * $ETP = 1.6(10T/Ta)$ Thornthwaite * Hargraves Gravimétrico

RESULTADOS Y DISCUSION

Temperatura

La temperatura es considerada como la esencia del clima, siendo posiblemente, el elemento climático más estudiado por su relación con el desarrollo de las plantas. Tiene marcada importancia en la proporción de las reacciones químicas involucradas en varios procesos de crecimiento, solubilidad de minerales, absorción de agua, nutrientes y gases por las plantas y varios procesos de difusión (Ortiz, 1987).

Cuando nos referimos a la temperatura estamos considerando la medida tomada al aire en una caseta meteorológica de madera de doble fondo, a una altura de 2m del suelo y orientada al hemisferio norte.

Efectos de Altitud

Existe una relación muy estrecha de la temperatura con la altitud, usualmente se produce un descenso de cerca de 1.66°C por cada 305m de altitud, existiendo dos gradientes; el libre varía de 0.5 a 0.55°C/100m, y el gradiente altotérmico en relieve que varía de 0.6 a 0.65°C/100m. Esto explica por qué es posible encontrar las mismas especies vegetales ubicadas en diferentes latitudes, que es el otro factor que tiene relación con la temperatura.

La variabilidad de especies vegetales y animales se reduce grandemente conforme aumenta la latitud sobre el nivel del mar.

Estimación de la Temperatura

Este problema se presenta cuando deseamos conocer la temperatura de un lugar. Existen varios métodos, los mas comunes son: el método simple o empírico y el método de gradiente mediano de las Cruces, ambos se basan en la relación de la temperatura con la altitud (Ortiz, 1987).

Utilizando 30 estaciones de la zona sur de Tamaulipas, incluyendo las diez cercanas al área de estudio, se obtuvieron modelos para la temperatura media mensual y anual, los cuales se presentan en los cuadros 1 y 2.

Período de Crecimiento Vegetal

La FAO (1978) en su proyecto de Zonas Agroecológicas utiliza a la evapotranspiración potencial (ETP) en la definición de los periodos de crecimiento. Definiendo éste como el número de días durante el año en el que existe disponibilidad de agua y una temperatura favorable para el desarrollo de cultivos.

Cuadro 1. Modelos para estimar la temperatura media anual en base a la altitud en la zona sur de Tamaulipas (Utilizando 30 estaciones con más de 15 años de datos).

MES	MODELO	COEF. DE CORR.
ENE	17.2423 - 0.002323 (h)	0.71
FEB	19.5675 - 0.0029789 (h)	0.79
MAR	22.831 - 0.0033915 (h)	0.84
ABR	26.5903 - 0.0043772 (h)	0.91
MAY	28.666 - 0.0047618 (h)	0.92
JUN	29.642 - 0.0052828 (h)	0.94
JUL	28.950 - 0.0052371 (h)	0.93
AGO	29.490 - 0.0055705 (h)	0.93
SEP	28.001 - 0.0049928 (h)	0.93
OCT	25.511 - 0.0044751 (h)	0.93
NOV	22.263 - 0.0038238 (h)	0.83
DIC	19.1077 - 0.00272469(h)	0.76

Así mismo, se trabajó para obtener un modelo que estimara la temperatura media anual (ver Cuadro 2),

$$T = 24.822 - 0.004162 h$$

Con este modelo se estimó la temperatura media anual para cinco altitudes del área de estudio, con una $R^2=0.92$.

Cuadro 2. Temperatura media anual para cinco estaciones en la Reserva "El Cielo" utilizando el modelo $T=24.822-0.004162 h$

Altitud	T anual(°C)
500	22.7
1000	20.7
1500	18.6
2000	16.5
2320	15.2

Con esta información se generó un mapa de isotermas (Fig. 3), el mapa también se elaboró para los valores medios mensuales.

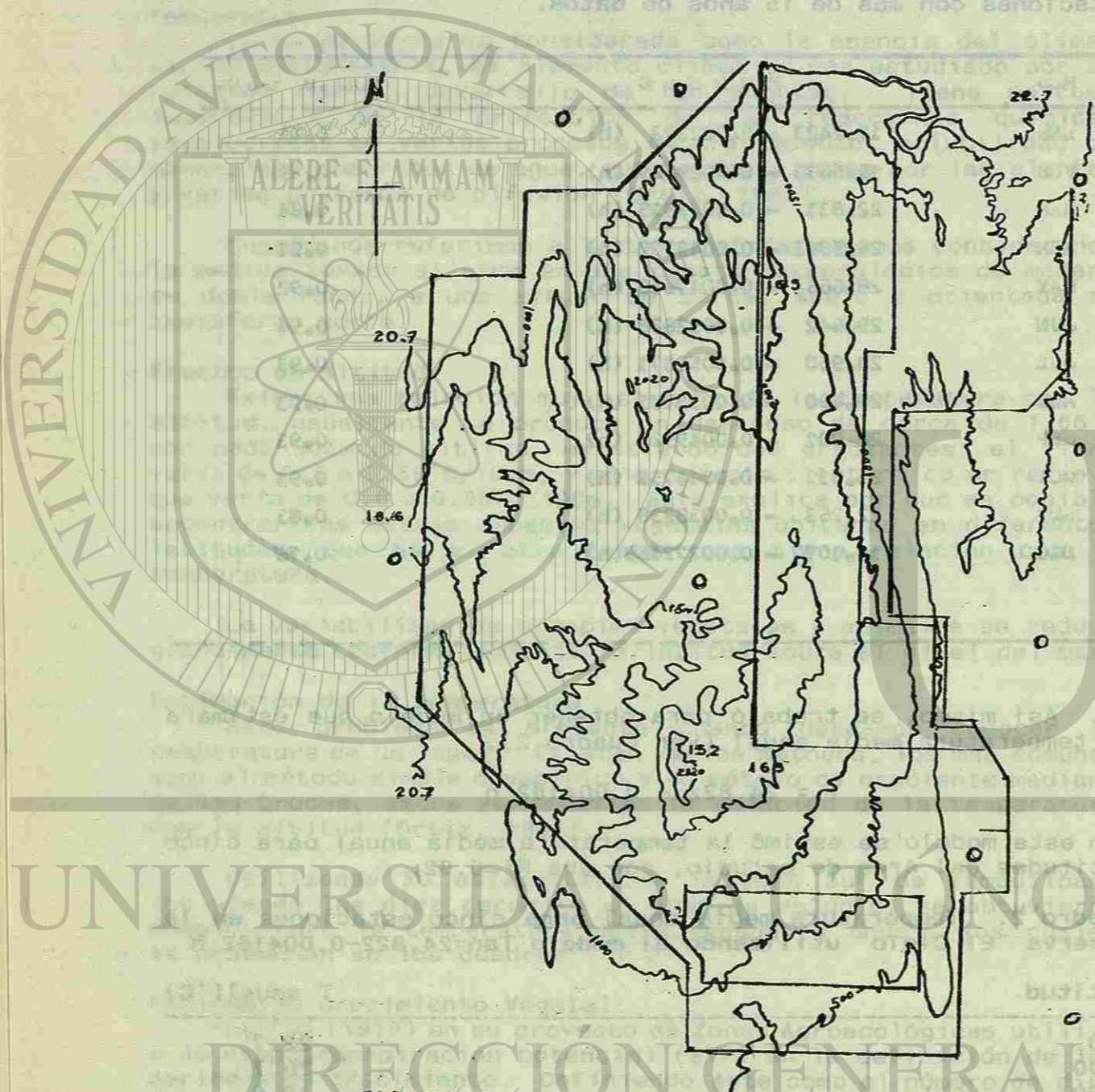


FIGURA 3
 MAPA DE ISOTERMAS (TEMP. °C) MEDIA ANUAL EN LA
 RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO"

Relaciones Temperatura-cultivos

La mayoría de las especies vegetales sobreviven a temperaturas entre un rango de 0° a 50°C, con sus excepciones. Cada especie vegetal tiene temperaturas críticas (cardinales) que definen los requerimientos de calor necesarios para su crecimiento y desarrollo (mínima, óptima y máxima) (Rahn, 1939); además de éstas, existen las temperaturas letales, las cuales provocan la muerte de la planta y son más extremas que los valores máximo y mínimo. Aún existen requerimientos más específicos para cada etapa fenológica de cada especie vegetal, y así conocemos óptimos para germinación, floración y fructificación.

Existe una relación general entre la temperatura y las fechas de siembra en las zonas de clima templado, la FAO (1978) relaciona al régimen de Temperatura Media en 24 Hs en el periodo de crecimiento con grupos de cultivos, en cuatro grupos. La relación está basada en la diferencia entre las especies en su forma de fotosíntesis y la respuesta de la fotosíntesis a la temperatura y la radiación, debido a que esas diferencias determinan la productividad cuando los requerimientos climato-fenológicos son reunidos.

Indice Auxégeno e Indice Tanatoclimática

El índice auxégeno se considera como el valor de la temperatura a la cual se propicia el desarrollo vegetal. La FAO (1978) considera el valor de 6.5°C, aunque algunos autores mencionan valores específicos por especie vegetal.

El índice tanato climático se considera como el valor de la temperatura que causa la muerte del cultivo, para este caso, probablemente la información más importante sea la fecha de helada (Ortiz, 1987), sobre todo la primera y la última helada, ya que con esa información podemos obtener el período libre de heladas. Para el área de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", se aplicó la metodología señalada por Ortiz (1987) en base a la probabilidad de ocurrencia. Aquí se presenta para tres estaciones procurando tomar una en la parte húmeda, otra en la templada y una tercera en la zona seca (Cuadros 3, 4 y 5).

Para hacer este análisis es necesario tener acceso a los archivos locales de las estaciones meteorológicas ya que dicha información no está publicada. La información que reportan los encargados de las estaciones es el número promedio de días con heladas; Romo (1985) propuso un criterio para meses libre de heladas el valor de la probabilidad al 5% usando la fórmula siguiente:

Prob(%) = No. de días por 100 / años de observación con helada

Otro intento es el trabajo de Ponce (1984) en donde relaciona el número de días con heladas (NH) con la temperatura media mínima (Tm).

Cuadro 3. Joya de Salas. Periodo Libre de Heladas (29 años de registro).
Lat. 23°10'33" N
Long. 99°16'22" W
Alt. 1560 msnm

AÑO	FECHA DE LA ULTIMA HELADA	CODIFICACION	FECHA DE LA 1a. HELADA	CODIFICACION
1961	9/MAR	59	16/OCT	20
1962	10/ENE	1	10/NOV	45
1963	22/ENE	13	10/NOV	45
1964	14/ENE	5	6/OCT	10
1965	9/MAR	59	-	-
1966	6/MAR	56	3/NOV	38
1967	8/FEB	30	2/OCT	6
1968	11/MAR	72	12/DIC	77
1969	15/FEB	37	23/NOV	56
1970	17/FEB	39	6/NOV	41
1971	4/MAR	54	29/NOV	64
1972	22/FEB	43	15/DIC	80
1973	7/MAR	67	20/DIC	85
1974	-	-	12/NOV	47
1975	26/FEB	48	14/NOV	49
1976	26/FEB	48	3/NOV	38
1977	7/MAR	88	20/DIC	85
1978	11/MAR	61	10/DIC	75
1979	9/MAR	59	25/NOV	60
1980	5/FEB	27	29/NOV	64
1981	26/ENE	17	11/NOV	46
1982	-	-	-	-
1983	30/ENE	21	25/DIC	90
1984	-	-	-	-
1985	-	-	-	-
1986	-	-	28/DIC	93
1987	31/MAR	81	-	-
1988	-	-	9/NOV	44
1989	12/MAR	62	27/FEB	1

Cuadro 4. Estacion Juamave, Periodo Libre de Heladas (29 años de registro).
Lat. 23°24'27" N
Long. 99°22'31" W
Alt. 750 msnm

AÑO	FECHA DE LA ULTIMA HELADA	CODIFICACION	FECHA DE LA 1a. HELADA	CODIFICACION
1960	-	-	-	-
1961	26/FEB	48	-	-
1962	14/ENE	5	15/NOV	13
1963	15/FEB	37	30/NOV	28
1964	23/FEB	45	-	-
1965	26/FEB	48	21/DIC	49
1966	27/ENE	18	3/NOV	1
1967	13/FEB	35	11/DIC	39
1968	24/MAR	74	-	-
1969	15/MAR	65	20/NOV	18
1970	5/FEB	27	17/NOV	15
1971	3/MAR	53	7/DIC	35
1972	17/FEB	39	22/DIC	50
1973	12/FEB	34	29/NOV	27
1974	-	-	-	-
1975	26/FEB	48	31/DIC	59
1976	25/FEB	47	-	-
1977	10/ENE	1	22/DIC	50
1978	-	-	-	-
1979	16/ENE	7	-	-
1980	3/MAR	53	-	-
1981	24/ENE	15	-	-
1982	15/ENE	6	-	-
1983	-	-	25/DIC	53
1984	-	-	-	-
1985	-	-	-	-
1986	-	-	-	-
1987	-	-	-	-
1988	26/ENE	17	-	-
1989	-	-	24/DIC	52

21

15

Cuadro 5. La Encantada, Llera, Periodo Libre de Heladas. (31 años de registro)

Lat. 23°22'00" N
Long. 99°00'40" W
Alt. 340 msnm

AÑO	FECHA DE LA ULTIMA HELADA	CODIFICACION	FECHA DE LA 1a. HELADA	CODIFICACION
1958	--	--	--	--
1959	--	--	7/DIC	22
1960	13/FEB	43	--	--
1961	30/ENE	29	--	--
1962	12/ENE	11	--	--
1963	14/ENE	13	24/DIC	39
1964	17/ENE	16	--	--
1965	18/ENE	17	--	--
1966	--	--	29/NOV	14
1967	11/ENE	10	24/DIC	39
1968	13/MAR	71	--	--
1969	--	--	--	--
1970	31/ENE	30	16/NOV	1
1971	13/FEB	43	--	--
1972	--	--	--	--
1973	11/FEB	41	29/NOV	14
1974	26/FEB	56	26/NOV	11
1975	25/FEB	55	31/DIC	46
1976	24/FEB	54	--	--
1977	--	--	22/DIC	37
1978	--	--	--	--
1979	2/ENE	1	--	--
1980	--	--	--	--
1981	--	--	--	--
1982	15/ENE	14	--	--
1983	--	--	25/DIC	40
1984	25/FEB	55	--	--
1985	3/FEB	33	--	--
1986	13/ENE	12	--	--
1987	6/MAR	64	--	--
1988	26/ENE	25	--	--
1989	8/ENE	66	--	--
		22		10

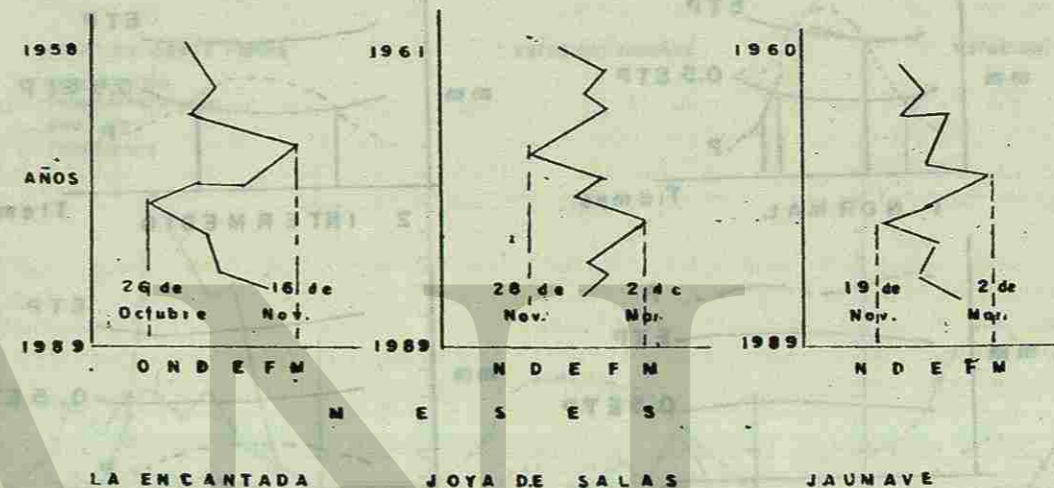


Fig. 4 Gráficas que muestran el periodo de heladas en tres estaciones meteorológicas de la Reserva de la Biósfera "El Cielo".

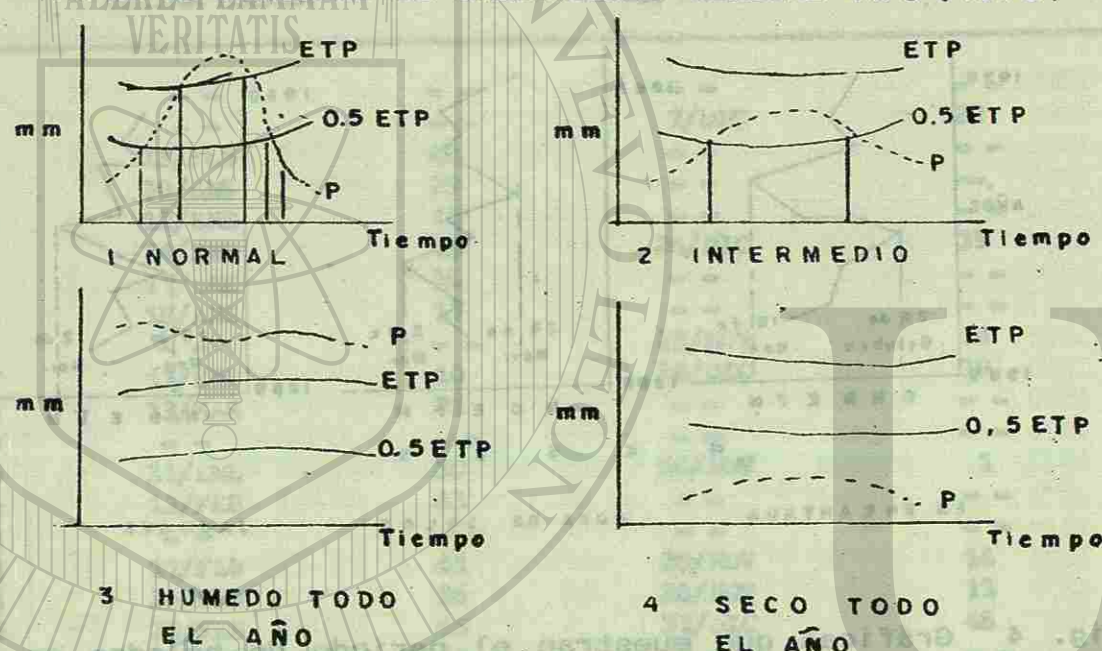
LA ENCANTADA			JOYA DE SALAS		
	helada			helada	
	ultima	primera		ultima	primera
Media	38.59	26.30	Media	45.52	52.25
Desv. Std.	24.72	15.76	Desv. Std.	23.62	26.25

JAUMAVE		
	helada	
	ultima	primera
Media	34.36	33.33
Desv. Std.	20.72	18.56

$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

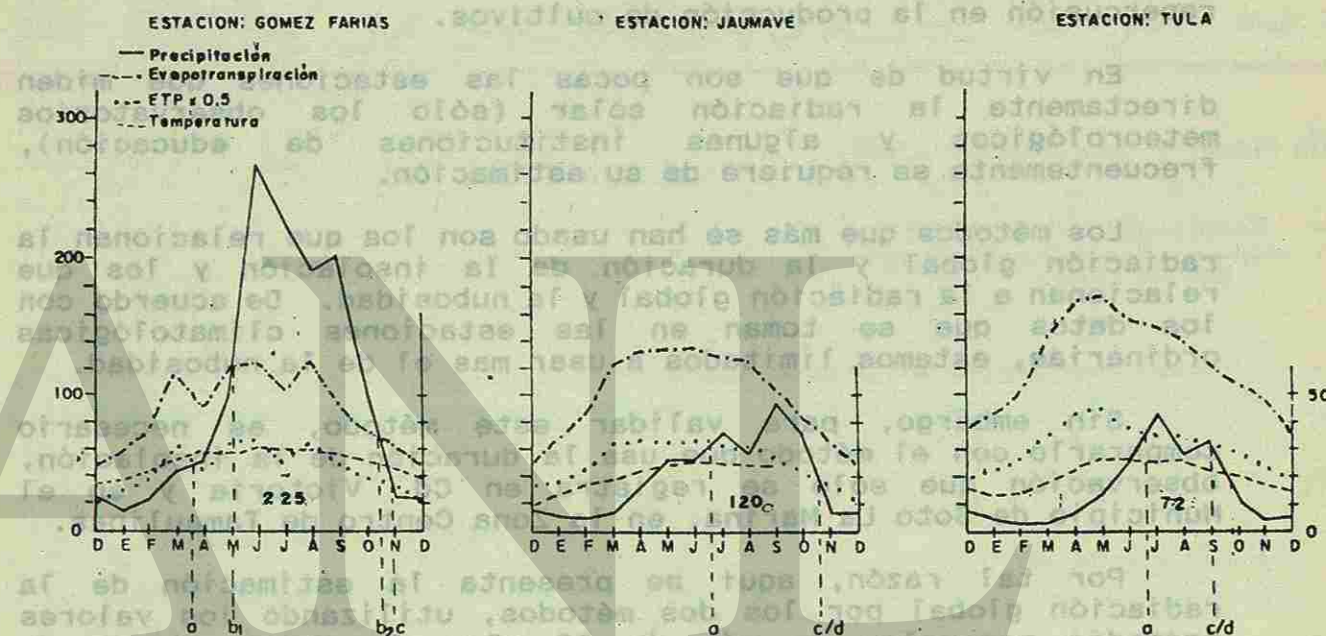
El cálculo del periodo de crecimiento se basa en un modelo simple de balance de agua, comparando la precipitación con la evapotranspiración (ETP).

TIPOS DE PERIODOS DE CRECIMIENTO VEGETAL FAO (1978)



A continuación se presentan tres casos de periodos de crecimiento vegetal que ejemplifican los dos tipos de periodos que se presentan: normal o intermedio con una duración que va desde 225 a 90 días.

En la Fig. 5 se puede apreciar la diferencia de crecimiento vegetal, al comparar los resultados de los analisis de estaciones de la zona árida de la Reserva (Tula y Juamave) contra Gómez Farías en la parte húmeda, los cuales representan 72, 120 y 225 días con condiciones favorables de temperatura y humedad para el crecimiento vegetal. Al ubicar estos puntos en el mapa topográfico, considerando todas las estaciones climatológicas del área, se pueden obtener algunas isolinias que cubrirán áreas sin información.



o INICIO DEL PERIODO DE CRECIMIENTO Y DE LAS LLUVIAS.
 b1 INICIO Y FINAL DEL PERIODO HUMEDO.
 c TERMINACION DE LA ESTACION LLUVIOSA.
 d TERMINACION DEL PERIODO DE CRECIMIENTO.

FIGURA 5
 GRAFICAS DEL PERIODO DE CRECIMIENTO VEGETAL

Radiación Solar

Su importancia radica en que es la fuente de energía para todos los procesos físicos y biológico que ocurren sobre la tierra; la radiación solar transmite energía en forma de ondas electromagnéticas que tienen diferentes longitudes de onda y frecuencia, principalmente de rayos luminoso, ultravioleta y térmicos.

La cantidad de energía que se recibe en la tierra está directamente relacionada con la latitud, depende también de la época del año y las características de la superficie, esto tiene repercusión en la producción de cultivos.

En virtud de que son pocas las estaciones que miden directamente la radiación solar (sólo los observatorios meteorológicos y algunas instituciones de educación), frecuentemente se requiere de su estimación.

Los métodos que más se han usado son los que relacionan la radiación global y la duración de la insolación y los que relacionan a la radiación global y la nubosidad. De acuerdo con los datos que se toman en las estaciones climatológicas ordinarias, estamos limitados a usar mas el de la nubosidad.

Sin embargo, para validar este método, es necesario compararlo con el método que usa la duración de la insolación, observación que solo se registra en Cd. Victoria y en el Municipio de Soto La Marina, en la Zona Centro de Tamaulipas.

Por tal razón, aquí se presenta la estimación de la radiación global por los dos métodos, utilizando los valores promedio mensuales de más de 25 años de observaciones de nubosidad y duración de la insolación en Cd. Victoria.

En los cuadros 6 y 7 se presenta el desarrollo de dos métodos. Se puede observar que el método que considera a la duración de la insolación presenta un promedio mensual de 451.98 cal/cm²/día contra 429.44 cal/cm²/día que se obtiene con el otro método. Los promedios no son muy diferentes, sin embargo, al aplicar una correlación a los promedios mensuales con ambos métodos, se obtiene un coeficiente de correlación de 0.68, aproximadamente 70% (tomando en cuenta que no existe otra forma de estimar a este parámetro), también se puede considerar el método que utiliza la nubosidad como una forma de obtener la radiación global en todas las estaciones ordinarias del área de estudio.

Aplicando este método se estimó la radiación global promedio diaria que se recibe en la Estación Joya de Salas, ubicada en la parte del clima templado de la Reserva "El Cielo", dándonos un valor de 567.7 cal/cm²/día (Cuadro 8).

Este método se está aplicando a todas las estaciones del área de estudio con el propósito de generar un mapa con isolíneas de radiación global para todos los meses del año. Así mismo, se espera que con los que se generen con el equipo de las escuelas participantes se pueda conocer directamente el valor aproximado de este factor del clima.

CUADRO 6.

RADIACION RELACIONADA CON LA INSOLACION.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	5.0	6.0	6.6	6.0	6.4	7.8	7.8	7.7	7.0	6.6	6.2	6.6
N	10.8	11.4	12.0	12.7	13.2	13.6	13.4	12.9	12.3	11.6	11.0	10.7
n/N	0.46	0.53	0.55	0.47	0.49	0.57	0.58	0.60	0.57	0.57	0.56	0.62

Según Glover y Mac. Cullch. (1958)

$n = \frac{\text{Insolación total del mes}}{\text{No. de días}}$

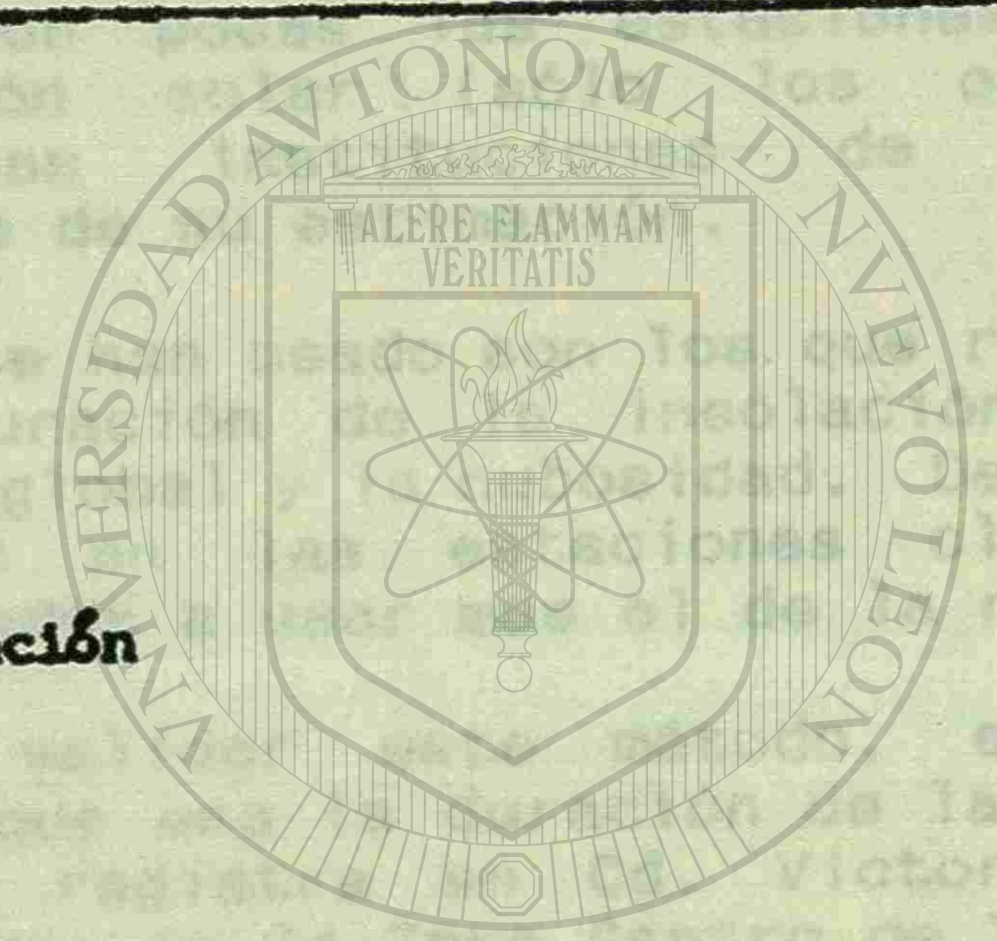
$N = \text{Duración Astronómica de la Insolación}$

$Rg/R_A = a + b (n/N)$

$Rg = .27 + 0.52 (n/N)$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rg/R_A	0.51	0.55	0.56	0.51	0.53	0.57	0.57	0.58	0.57	0.57	0.56	0.59
R_A	10.45	12.1	14.0	15.4	16.3	16.5	16.4	15.8	14.5	12.8	10.9	9.9
Rg (mm de agua evaporable)	5.3	6.6	7.8	7.8	8.6	9.4	9.3	9.1	8.2	7.3	6.1	5.8

* Se multiplica por 59 para convertir a cal/cm²/día. Para evaporar un mm. de agua se requieren 59 cal. (Ortiz 1987)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rg° cal/cm ² /día	314.4	342.9	463.7	465.5	511	555.7	552.2	540.4	489.1	430.7	360.4	346.0

*Victoria recibe durante el año una radiación global de 451.98 cal/cm²/día.

CUADRO 7. NUBOSIDAD ESTACION VICTORIA
23°44'07" LN, 99°06'48" LW

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
di/mub/cerr	11.6	9.3	9.1	10.1	10.4	7.4	5.5	5.1	8.4	9.5	8.11	11.3
d/mes/nubla.	12.7	12.1	15.5	14.3	16	16.4	17	16.5	14.1	13.5	12.4	11.8
d/desp.	6.5	6.7	6.6	5.5	4.5	6	8	9.2	7.4	7.9	9.4	7.7

Aplicando la fórmula para nubosidad media mensual, decimos:

$c = \text{No días despejados} \times .1 + \text{No días medio nublados} \times 0.5 + \text{No días nublados cerrados} \times .85$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
$Rg/R_A = a + bc$	a = .27	b = .52										
c	.54	.52	.51	.54	.55	.50	.45	.43	.49	.50	.46	.52
R_A	10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.4	16.3	15.7	14.4	12.6	10.9	10.04
R_{gmm}	5.6	6.4	7.4	8.5	9.1	8.73	8.2	7.79	7.5	6.7	5.5	5.42
Cal/cm ² /día	334	381	440	502	539	516	488	460	450	400	330	321

Nubosidad media mensual = 429.44 Cal/cm²/ día.

CUADRO 8. RADIACION GLOBAL EN LA ESTACION JOYA DE LALAS

Valor de C (Nubosidad)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	.36	.32	.31	.29	.33	.36	.33	.35	.38	.31	.31	.36

$Rg/Ra = 1.00631 - 0.916091 C$

Coefficiente de correlación = -0.68

R = 47%

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
kg	6.95	8.52	10.1	11.4	11.6	11.1	11.5	10.8	9.52	9.16	7.92	6.79
Rg	410	502	594	674	682	657	680	638	562	540	467	400

Radiación Global = 567.7 Cal/cm²/ día.

CUADRO 9. Regression Analysis - Linear model: Y = a+bX

Dependent variable: nH		Independent variable: C		
Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	1.00631	0.154505	6.51313	.00007
Slope	-0.916091	0.307694	-2.97728	.01387

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prot. Level
Model	.0131688	1	.0131688	8.864155	.01387
Error	.0148562	10	.0014856		
Total (Corr.)	.028025	11			

Correlation Coefficient = -0.685489

R-squared = 46.99 percent

Std. Error of Est. = 0.0385437

Horas Frio...
 con los trabajos de Coville (1920) se evidencia la acción favorable de las bajas temperaturas durante la dormancia de ciertas especies cuyo desarrollo vegetativo de primavera queda condicionado a las características térmicas del invierno anterior. Con los trabajos de Hightangle y Blake (1922) se establece el valor de nH superior a las temperaturas con acción favorable del invierno. Hightangle y Blake (1922) establecieron el valor de nH superior a las temperaturas con acción favorable del invierno en la que la temperatura del aire permanece debajo de tal nivel, aunque no es un valor crítico para todas las especies de plantas que sobreviven al invierno.



Figura 6

La metodología se usó para la estimación de la temperatura media de los meses de invierno y cinco altitudes sobre el nivel del mar (Cuadro 10). Con esta información se elaboró un mapa de isoterma de horas...

Horas Frio

Con los trabajos de Coville (1920) se evidencia la acción favorable de las bajas temperaturas durante la dormancia de ciertas especies cuyo despertar vegetativo de primavera queda condicionado a las características térmicas del invierno anterior. Con los trabajos de Nightingale y Blake (1934), se establece el valor de 7° C como el límite superior de las temperaturas con acción favorable del enfriamiento, llamándoseles "Horas Frio a la cantidad de horas en la que la temperatura del aire permanece debajo de tal nivel, aunque no es un valor térmico uniforme para todas las especies, es el valor medio aceptado mundialmente para el cómputo de horas frio.

El registro de horas frio se obtiene directamente del termógrafo, sin embargo, este aparato no es común en las estaciones meteorológicas ordinarias, por lo que existe la necesidad de utilizar una relación de dependencia de algún parámetro de clima, que para este caso resulta lógico suponer que es la temperatura media o mínima media de los meses de invierno.

Ortiz (1987) señala que los trabajos de Romo (1982) indican que un promedio de los resultados de los métodos propuestos por DaMota y Weinberger, nos da una buena aproximación.

Método de DaMota

$N = 485.1 - 28.52 T_m$
N = Horas Frio Mensuales
 T_m = Temperatura Media Mensual (°C)
(Aplicable para los meses de Nov., Dic., Ene. y Feb.)

Método de Weinberger

$N = 2124.1 - 28.52 T$
N = Horas Frio Acumuladas
T = Promedio de las temperaturas de Dic. y Ene.

Estos modelos pueden validarse a nivel regional con el método directo del termógrafo. A partir de lo anterior es posible establecer que el número de Horas Frio está en función de la temperatura media mensual y como la temperatura se relaciona con la altitud es posible encontrar una relación del número de horas frio con la altitud.

La metodología se aplicó a las estaciones meteorológicas del área y se refirió a la temperatura media de los meses de invierno y cinco altitudes sobre el nivel del mar (Cuadro 10). Con esta información se elaboró un mapa de isolíneas de horas

frio que comparado con el mapa obtenido con un modelo nacional al árrera, le corresponde 200 horas frio aproximadamente (Ortiz, 1987).

CUADRO 10. OBTENCIÓN DEL NÚMERO DE HORAS FRIO CON LA INFORMACIÓN DE DIEZ ESTACIONES DEL ÁREA CON MAS DE 15 AÑOS

ALTITUD MSNM	NÚMERO DAMOTA	DE WEINBERGER	HORAS FRIO MEDIA
500	29.57	7.21	11.38
1000	12.24	106.00	58.62
1500	54.45	322.79	138.62
2000	96.94	481.83	289.38
2320	124.61	583.27	353.94

Si utilizamos un mapa topográfico como base, tendremos para esas altitudes la isolínea de horas frio que aproximando los valores a cifras cerradas tendremos para 1000 msnm 60 horas frio (HF), para 1500 msnm 200 HF, para 2000 msnm 300 HF, y para la parte de la REServa de la Biósfera "El Cielo" a 2320 msnm 350 HF cerca del punto llamado El Cajete.

Las Horas Frio fueron trazadas en isolíneas para cinco altitudes del área de estudio, generando un mapa que nos permite conocer el valor de este dato en cualquier punto de la Reserva.

En las Figs. 8, 9 y 10 se presentan los esquemas en que se basan las instalaciones de los tres tipos de estaciones que se manejan en el área y el equipo con que cada una cuenta. En la Fig. 11 se presenta la Estación Agrometeorológica principal instalada en el Ejido San José, Municipio de Gómez Farías, y en la Fig. 12 se presenta la ubicación de las Estaciones meteorológicas involucradas en este trabajo.

CONCLUSIONES

La información existente en el área de estudio corresponde a dos estaciones dentro de la Reserva y ocho en la periferia, la cual obliga a usar modelos de predicción para tener información en el área, sin embargo, la característica de un relieve accidentado limita el uso generalizado de éstos, por tal razón es importante establecer una pequeña red de módulos de registro de los parámetros más importantes para conocer condiciones de microclima.

REFERENCIAS

Ascencio, L.A. 1990. Primer Simposio Regional "Avances y Perspectivas de la Investigación de Recursos Abióticos del Noreste de México". IEA-UAT, Resúmenes, Abril, Cd. Victoria Tamaulipas.

FAO. 1978. Report on the Agro-Ecological zones project. Vol. 1. Methodology and results for Africa. Wold. Soil Resources report 48, Rome.

Ortiz, S.C.A. 1987. Elementos de agrometeorología cuantitativa. Depto. de Suelos, UACH, Chapingo México.

Villarreal, G.J. M. 1990. Primer Simposio Regional "Avances y Perspectivas de la Investigación de Recursos Abióticos del Noreste de México", IEA-UAT, Resúmenes Abril, Cd. Victoria, Tamaulipas.

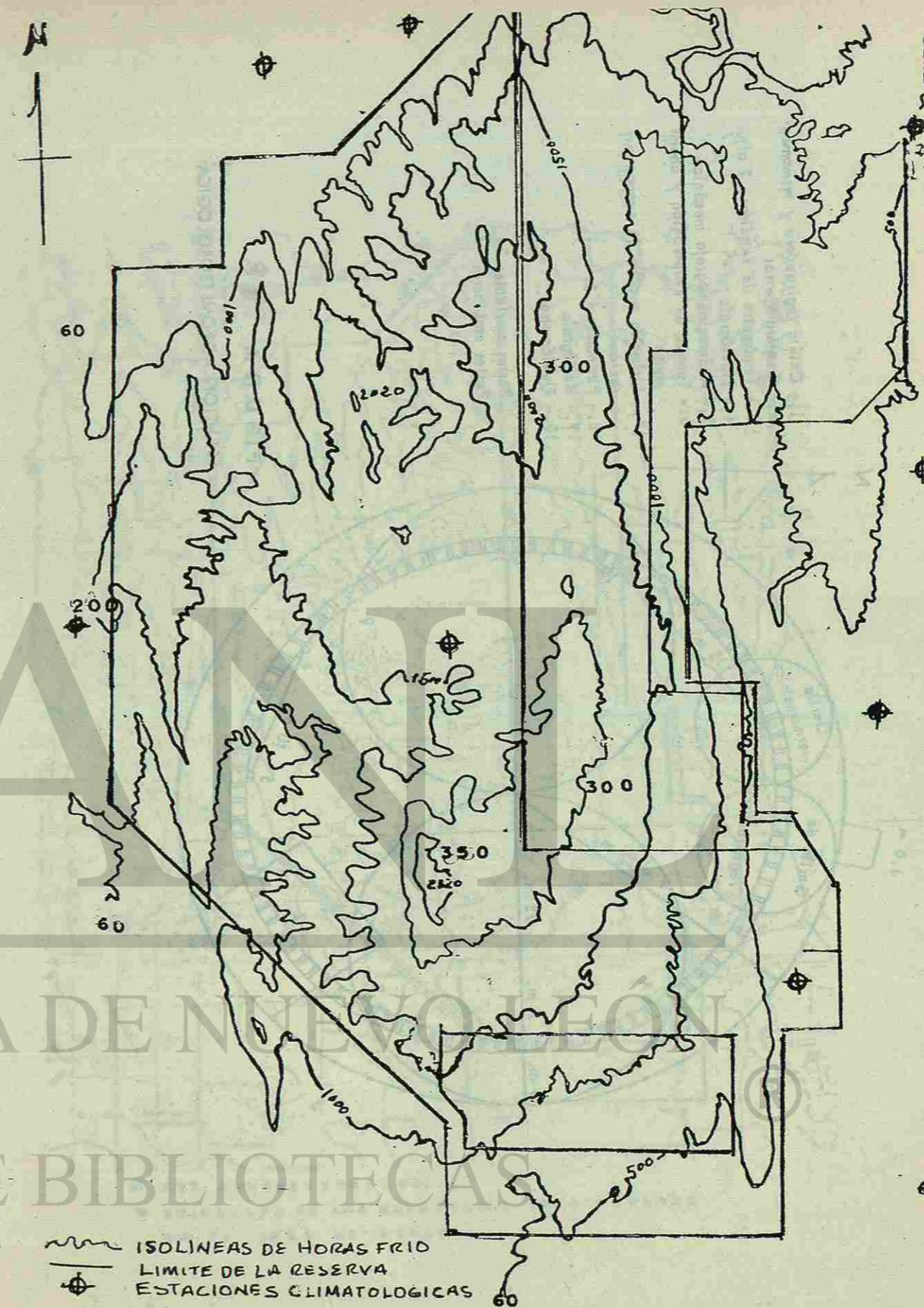
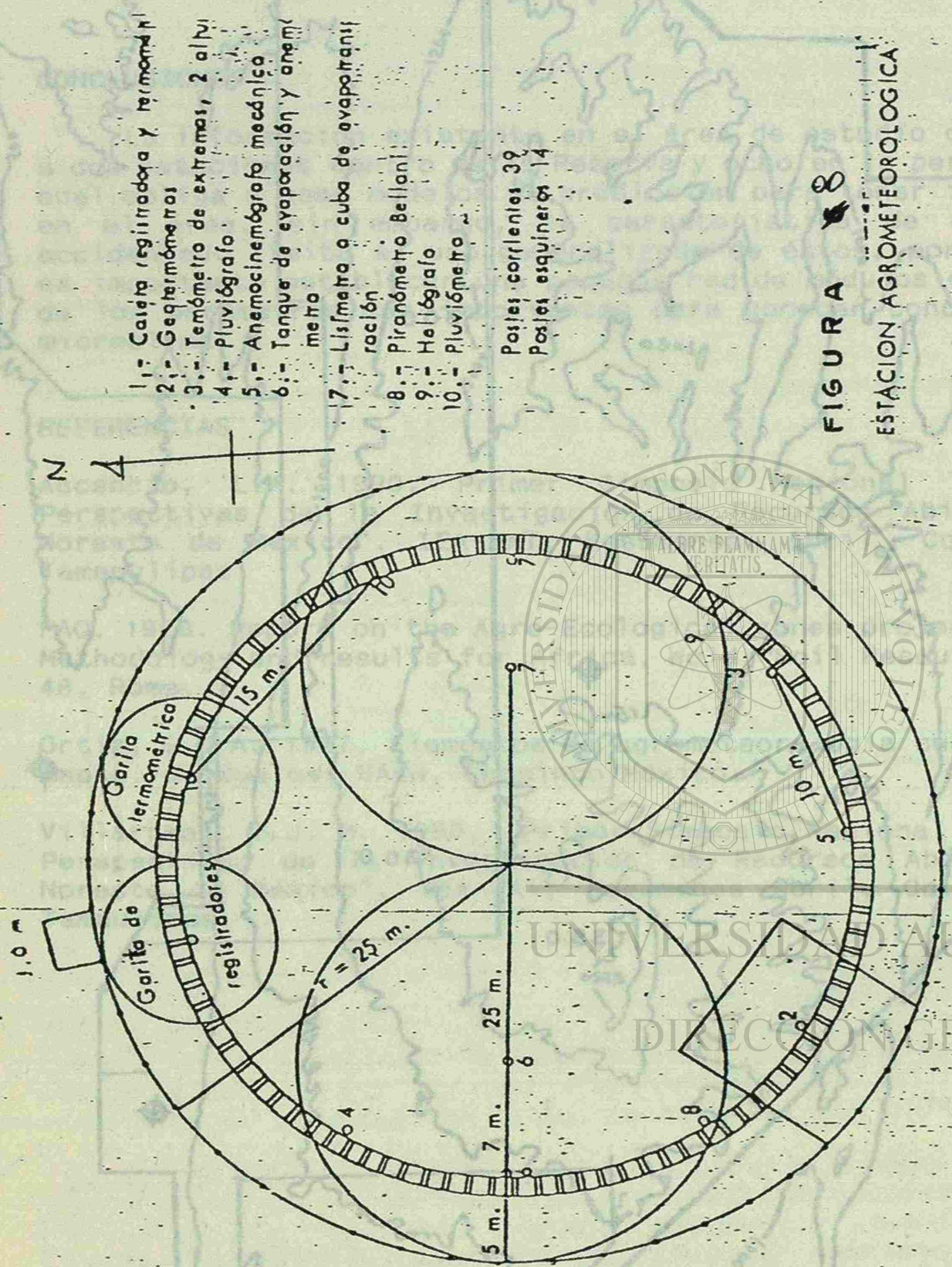
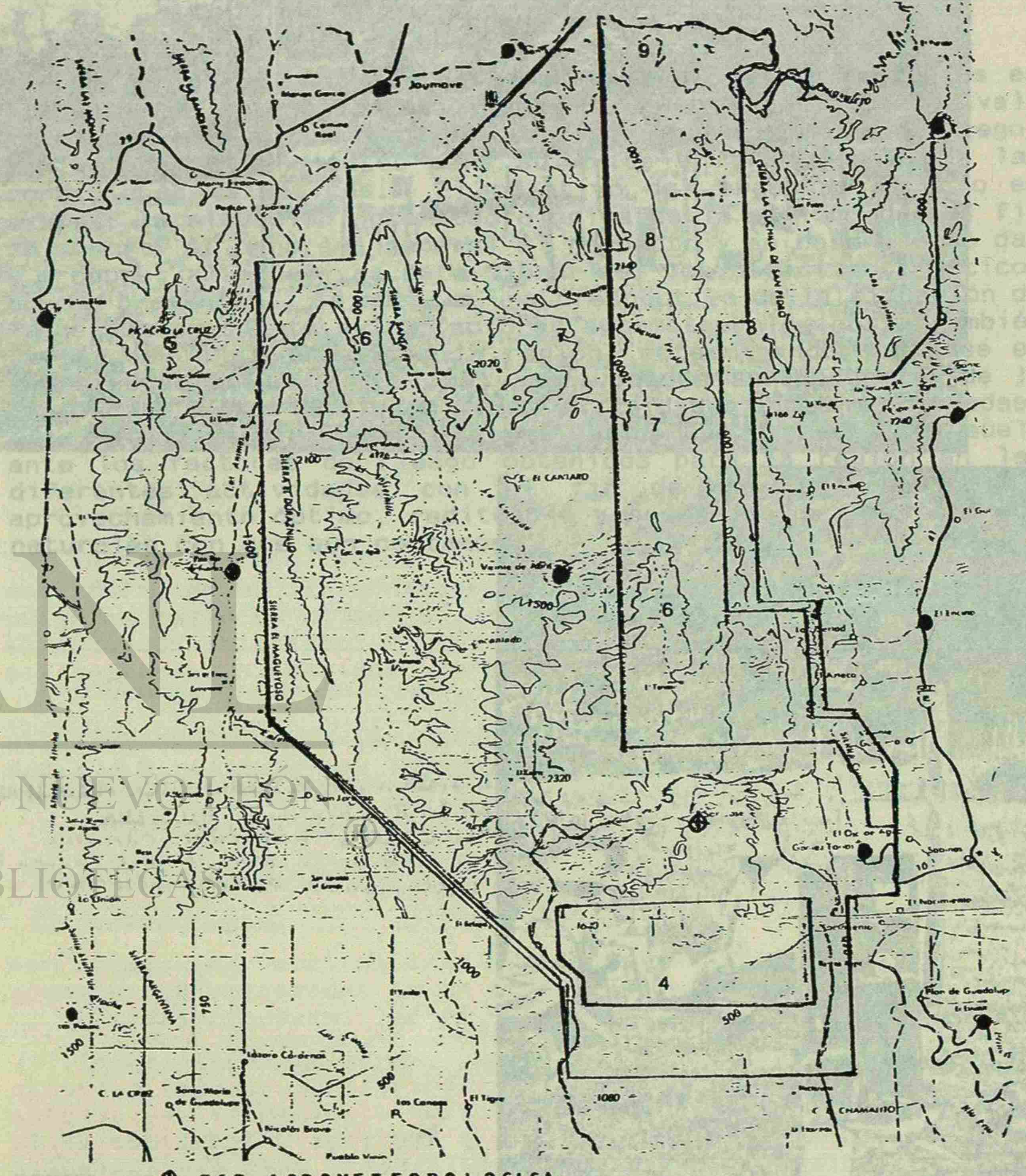


FIGURA 7
MAPA DE ISOLINEAS DE HORAS FRIO PARA CUATRO ALTITUDES
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "EL CIELO"

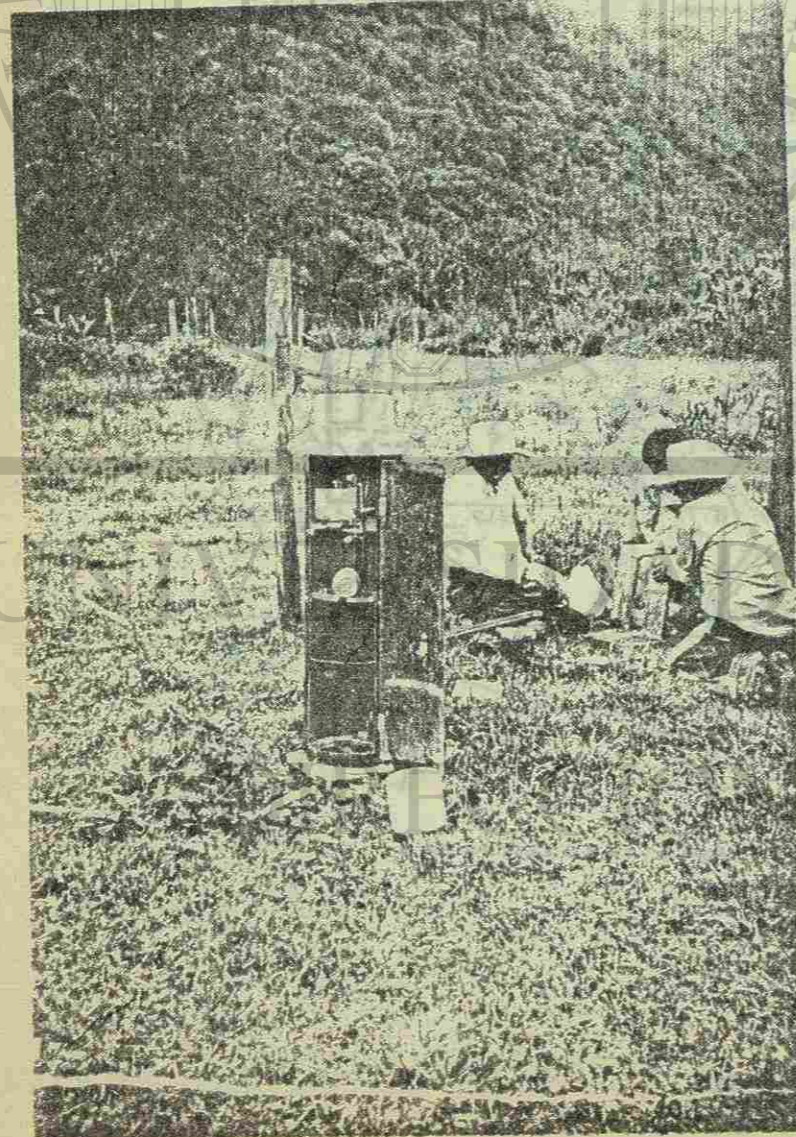
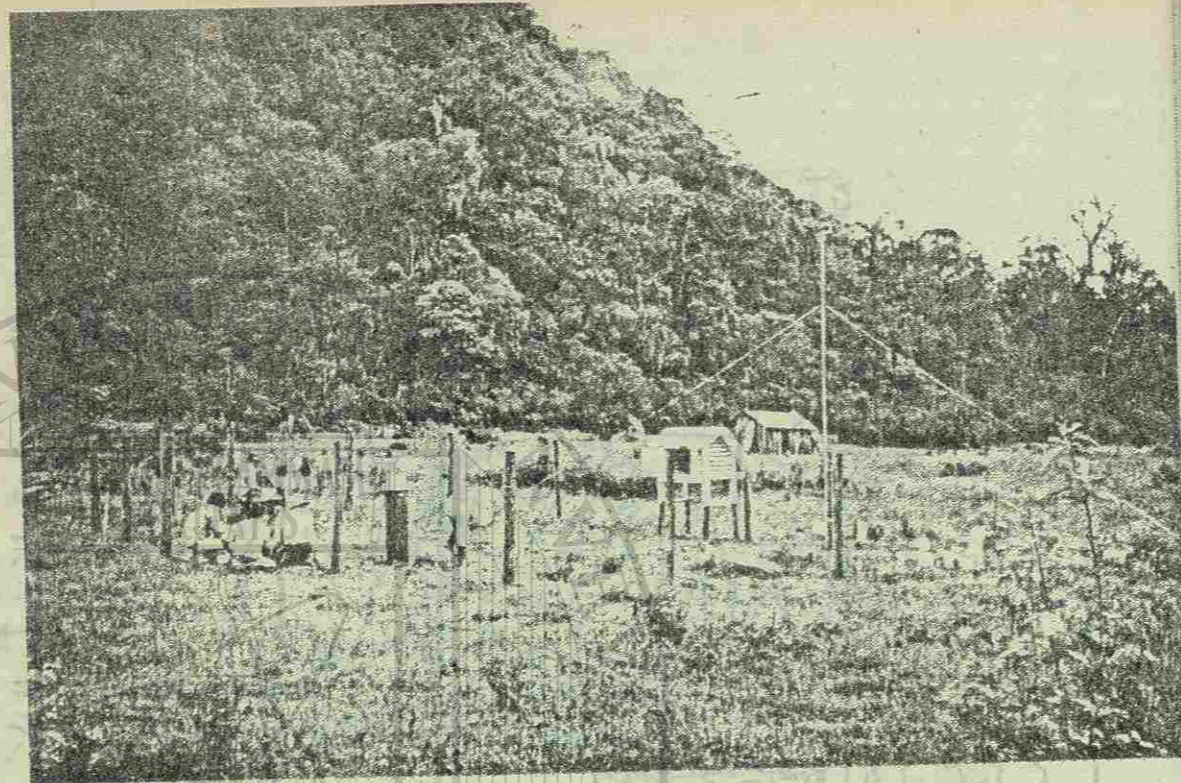


- 1.- Caja registradora y termómetro
- 2.- Geotermómetros
- 3.- Termómetro de extremos, 2 alhi
- 4.- Pluviógrafo
- 5.- Anemocienógrafo mecánico
- 6.- Tanque de evaporación y anemómetro
- 7.- Lisímetro o cuba de evaporación
- 8.- Piranómetro Bellani
- 9.- Heliógrafo
- 10.- Pluviómetro
- Postes corrientes 39
- Postes esquinas 14

FIGURA 8
ESTACION AGROMETEOROLOGICA



● EST. AGROMETEOROLOGICA
● UBICACION DE LAS ESTACIONES INVOLUCRADAS EN EL AREA DE ESTUDIO



ESTACION METEOROLOGICA PRINCIPAL
EN LA RESERVA EL LA BUEYERA
"EL CIELO". ESTACION CANTON
El Cielo, 2000 msnm. Estado de Nuevo Leon
1400 msnm. Estado de Nuevo Leon

CONTRIBUCION AL ANALISIS AGROMETEOROLOGICO DE LA REGION DE LINARES, N.L.

Horacio Villalón M. *
Jaime Flores Lara *

RESUMEN

El principal uso que se le dá al suelo en la región es en la ganadería extensiva (utilizando pastas y vegetación nativa), siguiéndole la agricultura de temporal y por último la de riego, actividades dependientes para su éxito en gran medida de las condiciones climáticas. El objetivo del presente estudio es exponer la situación agrometeorológica de la región, con el fin de mostrar el panorama general al respecto y en base a esto dar o proponer alternativas para librar así los déficits climáticos que se presentan. Se muestra una perspectiva de la situación de la región en cuanto a los factores agrometeorológicos. También se expone la situación de la región, determinando con base en datos estadísticos del clima y actividades agropecuarias de la región, el factor de riesgo en las actividades antes mencionadas. Por último, se presentan alternativas de uso y manejo del suelo ante los factores de riesgo obtenidos para la región en las diferentes actividades con el fin de que se realice un aprovechamiento óptimo, reutilizable y sostenido de los recursos naturales con que aún contamos.

AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

GENERAL DE BIBLIOTECAS

* Maestros Investigadores de la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
A.P. # 41
67700 Linares, N.L. [Tel. 91(821)24895, FAX: 24251]

CONTRIBUCION AL ANALISIS AGROMETEOROLOGICO DE LA REGION DE LINARES N. L.

* Villalón M.,H. y Flores L., J. E.

Introducción

El principal uso que se le da al suelo en la región de Linares, N.L. es la ganadería y el uso pastoril silvícola, ambos en forma extensiva, siguiendole la agricultura de temporal y de riego. Estas actividades contribuyen grandemente a la economía de la región. Además son dependientes en gran medida de las condiciones climáticas que la caracterizan. Aquí radica la importancia de tener una visión amplia de la situación agrometeorológica para el área, que nos pudiera ser útil en la planeación, organización y realización de las actividades mencionadas e inclusive en el cambio de uso del suelo. Esto con el fin de tener un uso y aprovechamiento del mismo; óptimo, redituable y sostenido mediante mejores técnicas de manejo apropiadas a las condiciones ecológicas, económicas y sociales que se presentan.

Factor importante de las condiciones ecológicas es el clima y sus interacciones con otros factores. Lo anterior toma mayor relevancia, debido a que en la región la mayor parte de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales dependen de éste para su buena producción, pues dominan en extensión las áreas de secano.

El objetivo del presente estudio es exponer la situación agrometeorológica de la región central de Linares, N.L., que sirva para dar un panorama al respecto y plantear alternativas.

Metodología

El área de influencia del estudio fue la región de Linares, N.L. la cual está ubicada en el subtrópico del Noreste de México (99°34' longitud oeste y 24°52' latitud norte).

Se determinó la precipitación pluvial promedio anual, la temperatura promedio anual y la evaporación potencial promedio anual utilizando los datos climáticos disponibles registrados por la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos de la Estación Linares 025, SARH (US-Class-A-Pan): para precipitación (PP) 1929-90, para la temperatura 1924-1990 y para evaporación potencial (EV) de 1979-1990 (Fig. 1). Con estos datos se

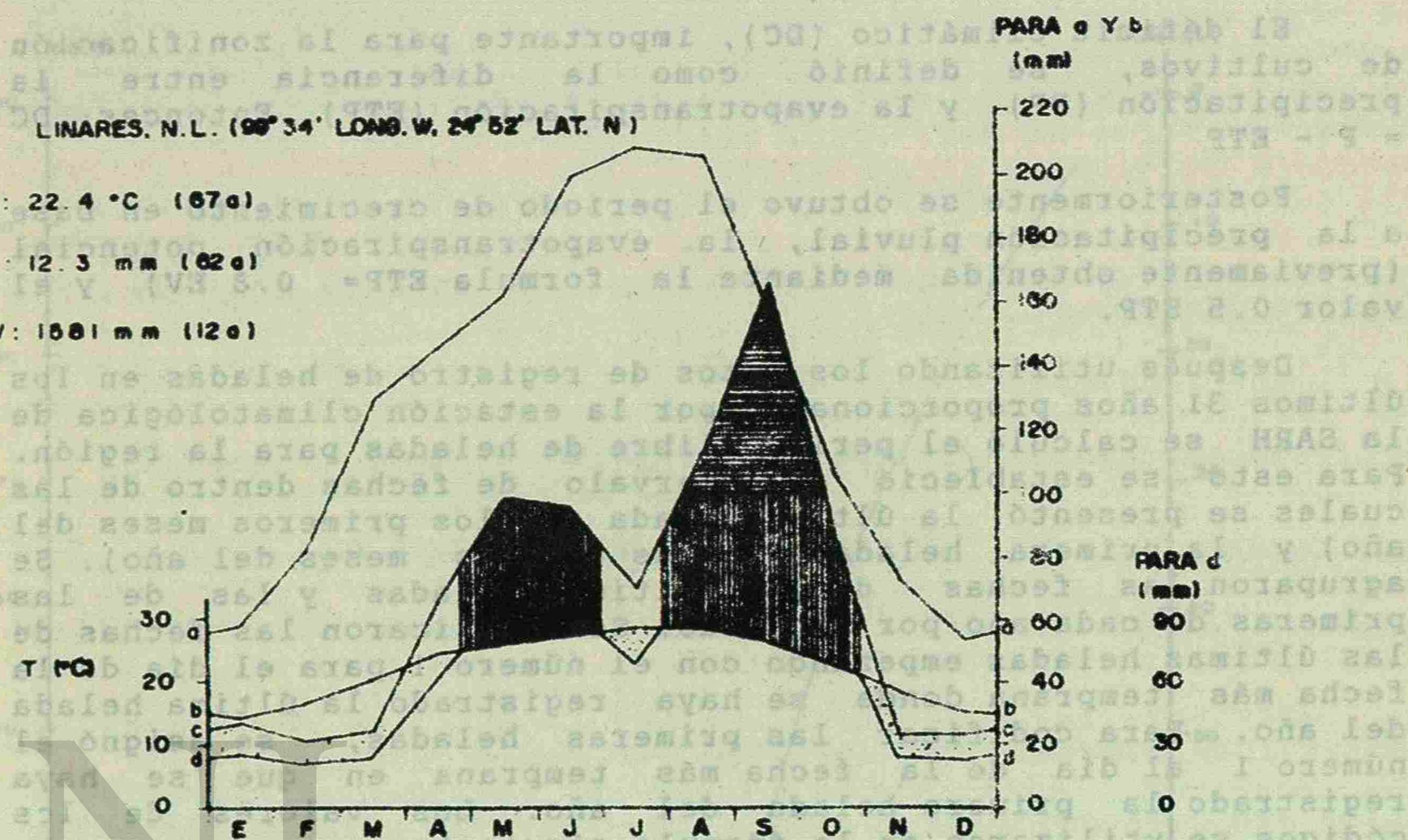
* Maestros - investigadores de la Facultad de Ciencias Forestales U. A. N. L.

LINARES, N.L. (99°34' LONG.W. 24°52' LAT. N)

TR: 22.4 °C (67a)

PP: 12.3 mm (62a)

EV: 1581 mm (12a)



a: EVAPORACION POTENCIAL (mm), 1978-90, US-CLASS -A-PAN

b: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

c: PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm), 10°C : 20 mm

d: PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm), 10°C : 30 mm

▨: PRECIPITACION MEDIA > 100 mm

▨: TEMPORADA HUMEDA

□: PERIODO SECO

FIG. 1.- DIAGRAMA CLIMATICO DE LINARES, N.L., BASADO EN LOS DATOS DE LA ESTACION LINARES 025, SARH.

definió el clima característico para Linares, N.L., utilizando la clasificación de GARCIA y VIDAL (1981) modificada de KÖPPEN (1938)

El déficit climático (DC), importante para la zonificación de cultivos, se definió como la diferencia entre la precipitación (PP) y la evapotranspiración (ETP). Entonces; $DC = P - ETP$

Posteriormente se obtuvo el período de crecimiento en base a la precipitación pluvial, la evapotranspiración potencial (previamente obtenida mediante la fórmula $ETP = 0.3 EV$) y el valor 0.5 ETP.

Después utilizando los datos de registro de heladas en los últimos 31 años proporcionados por la estación climatológica de la SARH se calculó el período libre de heladas para la región. Para esto se estableció el intervalo de fechas dentro de las cuales se presentó: la última helada (en los primeros meses del año) y la primera helada (en los últimos meses del año). Se agruparon las fechas de las últimas heladas y las de las primeras de cada año por separado. Se codificaron las fechas de las últimas heladas empezando con el número 1 para el día de la fecha más temprana donde se haya registrado la última helada del año. Para codificar las primeras heladas, se asignó el número 1 al día de la fecha más temprana en que se haya registrado la primera helada del año. Los valores de los códigos se utilizaron en la fórmula siguiente:

$$Z\alpha = x - \mu$$

$$\text{entonces; } x = Z\alpha + \mu$$

Se utilizó una probabilidad del 80% ya que es bastante razonable y es comunmente usada en estos cálculos (ORTIZ 1987). Los valores obtenidos de X_1 y X_2 corresponden al código del día (fecha) de la última y de la primera helada respectivamente.

También se aplicaron diferentes fórmulas de diversos autores para determinar el grado de aridez o humedad que corresponde a los datos de la región.

Con respecto al índice de aridez (I), se obtuvo en base a la fórmula de MARTONNE (citado por VALDES, s.f.):

$$I = P / (T + 10)$$

Donde: P = precipitación media anual

T = temperatura media anual

Se obtuvo el índice de pluviosidad (F) de LANG (citado por VALDES, s.f.) mediante su fórmula:

$$F = P / T$$

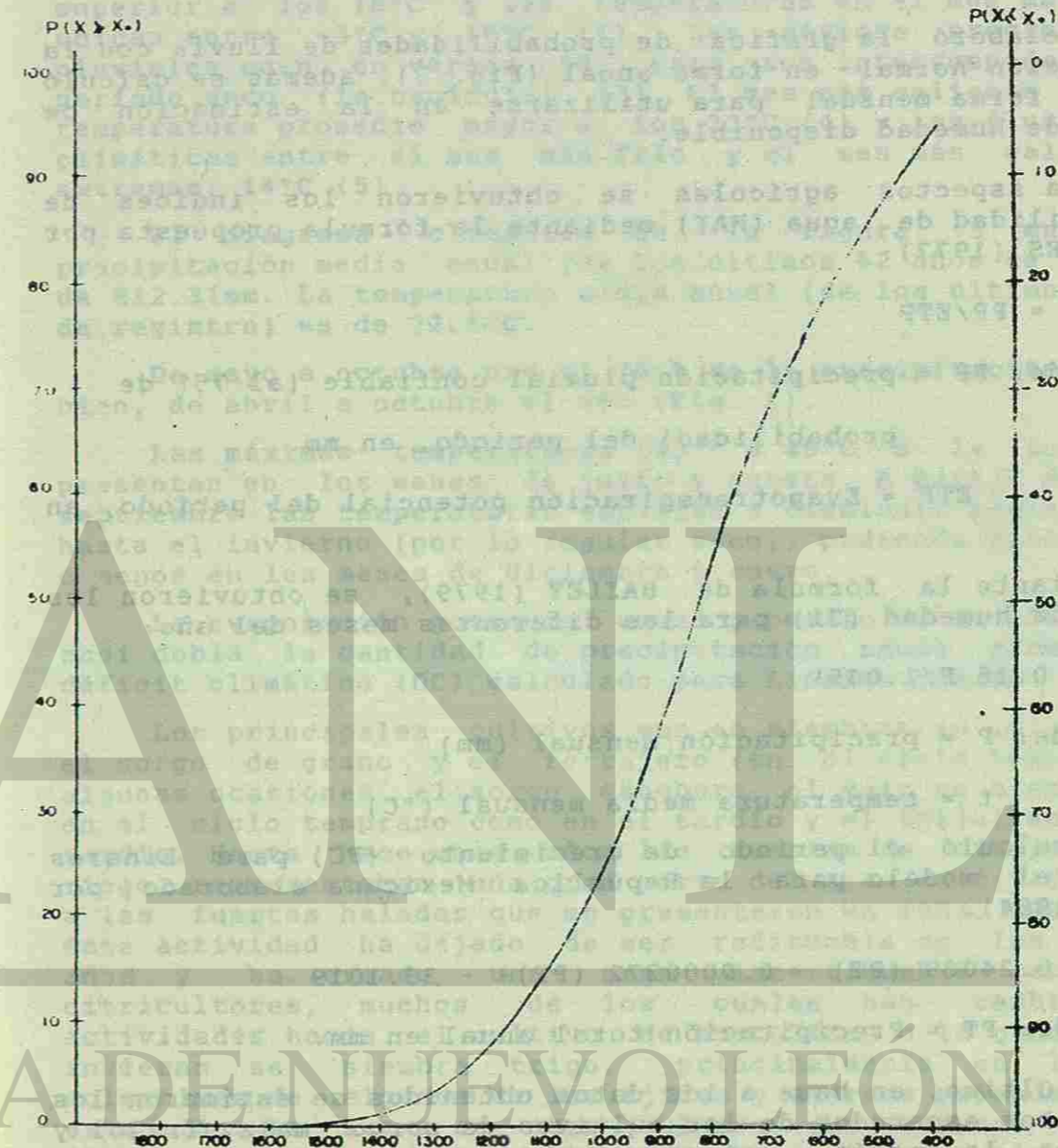


FIGURA 2

PP ANUAL (mm) PARA LINARES, NL

GRAFICA DE LAS PROBABILIDADES DE LLUVIA CON LA DISTRIBUCION NORMAL.

Donde: P = precipitación media anual

T = temperatura media anual

Se elaboró la gráfica de probabilidades de lluvia con la distribución normal en forma anual (Fig. 2), además se calculó ésta en forma mensual para utilizarse en la estimación de índices de humedad disponible.

Para aspectos agrícolas se obtuvieron los índices de disponibilidad de agua (MAI) mediante la fórmula propuesta por HARGREAVES (1977):

$$MAI = PP/ETP$$

Donde: PP = precipitación pluvial confiable (al 75% de probabilidad) del período, en mm.

ETP = Evapotranspiración potencial del período, en mm.

Mediante la fórmula de BAILEY (1979), se obtuvieron los índices de humedad (Si) para los diferentes meses del año:

$$Si = 0.18 P / 1.045^t$$

Donde: P = precipitación mensual (mm)

t = temperatura media mensual (°C)

Se calculó el período de crecimiento (PC) para Linares mediante el modelo para la República Mexicana elaborado por PAJARO (1984).

$$PC = 0.24089 (PT) - 0.0000372 (PT)^2 - 33.1019$$

Donde: PT = Precipitación total anual en mm.

Por último, en base a los datos obtenidos se estimaron los rendimientos esperados de los cultivos de sorgo, maíz, frijol y trigo para la región, así como también, se realizaron algunas recomendaciones en el uso y manejo del suelo.

Resultados y Discusión

I.- Generalidades

Linares, N.L. es una región que está en la zona de transición de un clima seco a uno húmedo. Esto se refleja en la gran variabilidad climática que se presenta.

Según la clasificación de GARCIA y VIDAL (1981) que modificaron la clasificación hecha por KÖPPEN (1938), a Linares le corresponde la fórmula climática (A) C⁽¹⁾ (X')⁽²⁾ (W"O)⁽³⁾ a⁽⁴⁾ e⁽⁵⁾. Esto significa que Linares tiene un clima subhúmedo y moderadamente caliente, ya que su temperatura media anual es superior a los 18°C y las temperaturas en el mes más frío se ubican entre -3°C y 18°C (1). Las máximas precipitaciones pluviales caen en verano (2), pero son interrumpidas por un período seco (la canícula) (3). El mes más caliente tiene una temperatura promedio mayor a los 22°C (4) y las fluctuaciones climáticas entre el mes más frío y el mes más caliente son extremas; 14°C (5).

El diagrama climático de la figura 3 muestra la precipitación media anual (de los últimos 62 años de registro) de 812.31mm. La temperatura media anual (de los últimos 67 años de registro) es de 22.4°C.

De mayo a octubre cae el 78 % de la precipitación anual, o bien, de abril a octubre el 85% (Fig. 1).

Las máximas temperaturas (40° a 45°C a la sombra) se presentan en los meses de julio y agosto. A partir del mes de septiembre las temperaturas empiezan a disminuir paulatinamente hasta el invierno (por lo regular seco), pudiendo alcanzar -7°C ó menos en los meses de diciembre y enero.

La evaporación potencial anual promedio es de 1581mm. Esta casi dobla la cantidad de precipitación anual promedio, el déficit climático (DC) calculado para Linares fue de -452.53mm.

Los principales cultivos que se siembran en la región son el sorgo de grano y el forrajero (en el ciclo temprano), en algunas ocasiones el sorgo escobero, el maíz se siembra tanto en el ciclo temprano como en el tardío y el frijol en el ciclo tardío. Hasta hace unos años las huertas de cítricos (bajo riego) representaban una gran parte del área cultivada. Debido a las fuertes heladas que se presentaron en 1983, 1985 y 1989, ésta actividad ha dejado de ser redituable en los últimos 8 años y ha creado una gran incertidumbre entre los citricultores, muchos de los cuales han cambiado sus actividades hacia el cultivo de hortalizas o la ganadería. En invierno se siembra trigo, principalmente en las áreas colectivas de algunos de los ejidos y tierras privadas de gran extensión. La avena es otro cultivo que algunos ganaderos siembran en otoño para obtener forraje. Existen algunas áreas privadas de riego que se utilizan en la horticultura, sin gran significancia en cuanto a su extensión. En los últimos años el cultivo del cacahuate empieza a ser atractivo para los campesinos de la región de Linares.

La ganadería intensiva utiliza el suelo principalmente con cultivos de zacates bajo temporal y una pequeña parte bajo riego, pero no representa en la región un gran porcentaje. En cambio, la vegetación nativa, como se puede ver en la figura 4, la vegetación del matorral ocupa una gran extensión, y es utilizada en su mayoría en la actividad pastoril-silvícola en

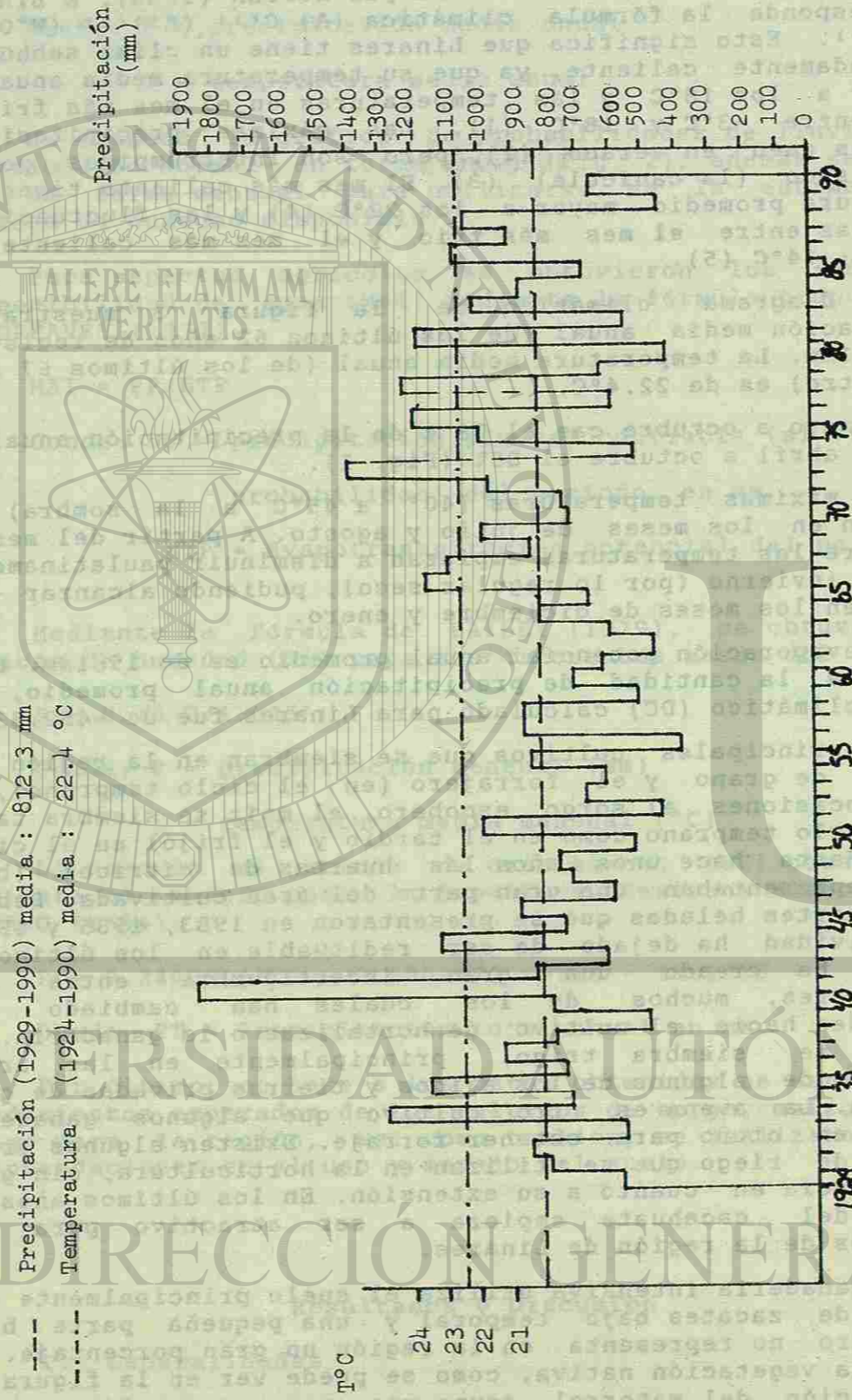


Figura 3 Precipitación y temperatura media de la estación Linares de los últimos 62 años.

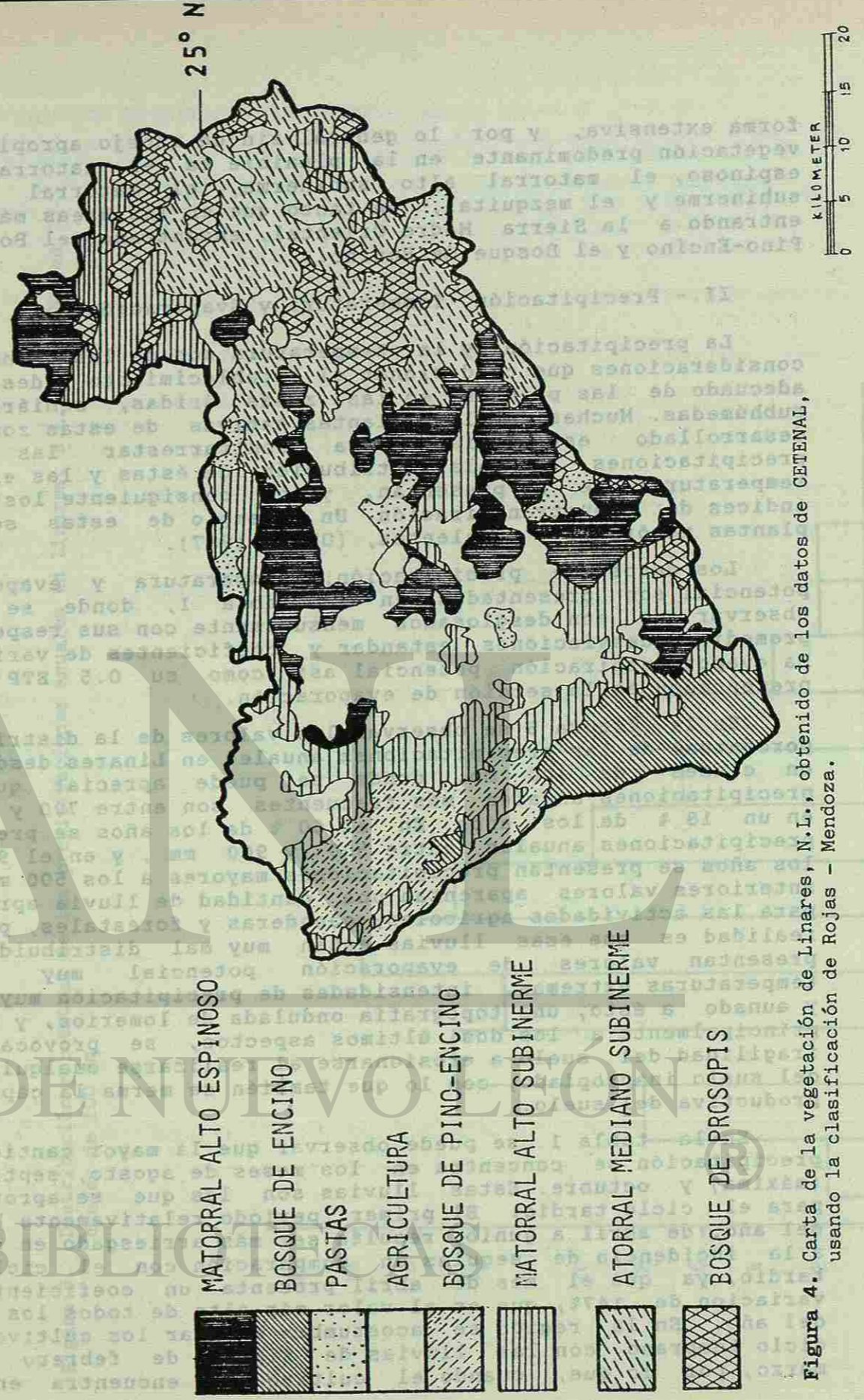


Figura 4. Carta de la vegetación de Linares, N.L., obtenido de los datos de CETENAL, usando la clasificación de Rojas - Mendoza.

forma extensiva, y por lo general sin un manejo apropiado. La vegetación predominante en la planicie es el matorral alto espinoso, el matorral alto subinerme, el matorral mediano subinerme y el mezquital, en tanto que en las áreas más altas entrando a la Sierra Madre Oriental, encontramos el Bosque de Pino-Encino y el Bosque de Encino.

II.- Precipitación, Temperatura y Evaporación.

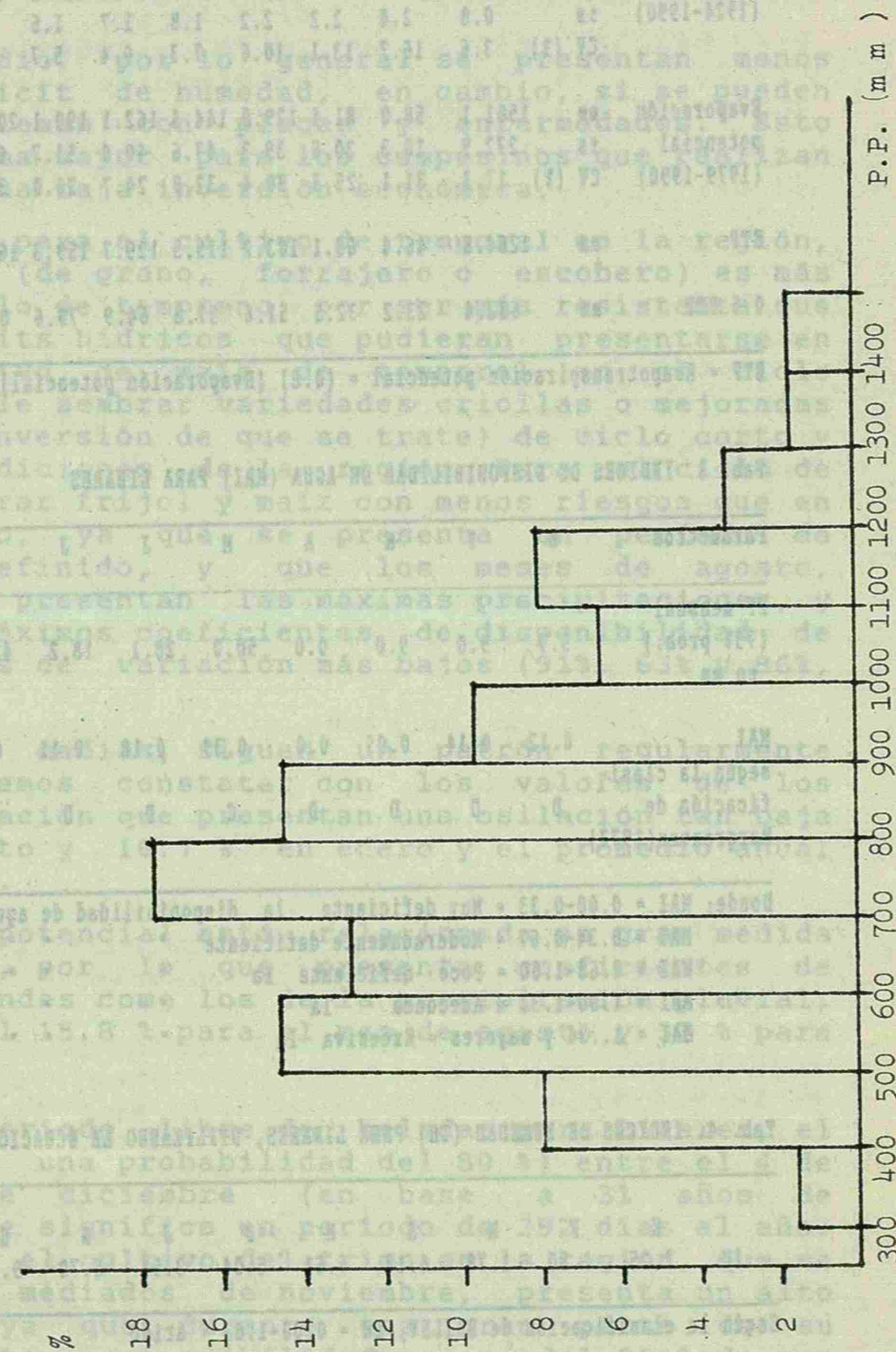
La precipitación y la temperatura son de las principales consideraciones que condicionan el establecimiento y desarrollo adecuado de las plantas en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas. Muchas de las plantas nativas de estas zonas han desarrollado estrategias para contrarrestar las bajas precipitaciones, la mala distribución de éstas y las extremas temperaturas que se presentan, y por consiguiente los altos índices de evapotranspiración. Un ejemplo de estas son las plantas xerófitas y suculentas, (ORTIZ 1987).

Los datos de precipitación, temperatura y evaporación potencial son presentados en la tabla 1, donde se puede observar que son desglosados mensualmente con sus respectivos promedios, desviaciones estandar y coeficientes de variación. La evapotranspiración potencial así como su 0.5 ETP son presentados en la sección de evaporación.

En la figura 5 se observan los valores de la distribución porcentual de las precipitaciones anuales en Linares desde 1929 en clases de 100 mm, donde se puede apreciar que las precipitaciones anuales más frecuentes son entre 700 y 300 mm en un 18 % de los años. En el 60 % de los años se presentan precipitaciones anuales entre 500 y 900 mm, y en el 90 % de los años se presentan precipitaciones mayores a los 500 mm. Los anteriores valores aparentan una cantidad de lluvia apropiada para las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, pero la realidad es que esas lluvias están muy mal distribuidas; se presentan valores de evaporación potencial muy altos, temperaturas extremas, intensidades de precipitación muy altas y aunado a esto, una topografía ondulada de lomerios, y debido principalmente a los dos últimos aspectos, se provoca alta fragilidad del suelo a erosionarse al realizarse cualquier uso del suelo inapropiado, con lo que también se merma la capacidad productiva del suelo.

En la tabla 1 se puede observar que la mayor cantidad de precipitación se concentra en los meses de agosto, septiembre (máxima) y octubre. Estas lluvias son las que se aprovechan para el ciclo tardío. El primer período relativamente húmedo del año, de abril a junio, resulta ser más arriesgado en cuanto a la incidencia de sequías en comparación con el ciclo de tardío, ya que el mes de abril presenta un coeficiente de variación de 147%, que es el valor más alto de todos los meses del año. En la región se acostumbra sembrar los cultivos del ciclo temprano con las lluvias de finales de febrero y de marzo, por lo que, cuando el cultivo se encuentra en sus

Figura 5. Distribución porcentual de las precipitaciones anuales en Linares, N.L. desde 1929 en clases de 100 mm



Tab. 1. VALORES MEDIOS, DESVIACIONES ESTANDART Y COEFICIENTES DE VARIACION DE LOS DATOS CLIMATICOS DE LINARES

Elemento climático	medida	Media	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación (1929-1990)	mm	812.3	26.7	20.8	24.1	66.2	98.3	95.3	68.8	111.8	166.3	87.5	23.7	23.1
	±s	270.9	30.7	17.2	22.0	97.2	70.4	98.0	73.8	101.7	105.1	75.6	23.1	25.4
	CV (%)	33.4	115.0	82.8	91.2	146.9	71.6	102.8	107.2	91.0	63.2	86.4	97.6	109.7
Temperatura (1924-1990)	°C	22.4	14.4	16.6	20.3	24.0	26.1	27.8	28.4	28.6	26.3	23.0	18.5	15.1
	±s	0.8	2.4	2.2	2.2	1.8	1.7	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	2.1	1.8
	CV (%)	3.6	16.7	13.1	10.6	7.3	6.4	5.7	5.0	4.8	4.9	6.1	11.1	12.2
Evaporación potencial (1979-1990)	mm	1581.1	58.0	81.4	129.0	144.4	162.1	199.1	208.4	206.4	157.8	106.0	73.7	52.9
	±s	272.9	18.3	20.6	39.3	47.6	40.0	51.7	65.8	32.6	34.4	21.1	14.7	19.8
	CV (%)	17.3	31.1	25.3	30.4	32.9	24.7	26.0	31.6	15.8	21.8	19.9	20.0	37.4
ETP	mm	1264.8	46.4	65.1	103.2	115.5	129.7	159.3	166.8	165.2	126.2	84.8	58.9	42.3
0.5 ETP	mm	632.4	23.2	32.5	51.6	57.8	64.9	79.6	83.4	82.6	63.1	42.4	29.5	21.2

ETP = Evapotranspiración potencial = (0.8) (Evaporación potencial); según GARCIA (1979).

Tab. 3. INDICES DE DISPONIBILIDAD DE AGUA (MAI) PARA LINARES

Parámetros	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PP mensual (75% prob.) en mm	5.7	9.0	9.0	0.0	50.0	28.1	18.2	42.1	94.2	35.7	7.8	5.7
MAI según la clasificación de Hargreaves(1977)	0.12	0.14	0.09	0.0	0.39	0.18	0.11	0.25	0.75	0.42	0.13	0.13
	D	D	D	D	C	D	D	D	B	C	D	D

Donde; MAI = 0.00-0.33 = Muy deficiente la disponibilidad de agua para los cultivos = D
 MAI = 0.34-0.67 = Moderadamente deficiente = C
 MAI = 0.68-1.00 = Poco deficiente la = B
 MAI = 1.00-1.33 = Adecuada la = A
 MAI = 1.34 y mayores = Excesiva la = A1

Tab. 4. INDICES DE HUMEDAD (IH) PARA LINARES, UTILIZANDO LA ECUACION DE (BAILEY 1979)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
IH	2.25	1.80	1.78	4.13	5.61	5.04	3.54	5.70	9.40	5.72	1.89	2.14
Según la clasificación de BAILEY; IH = 0.00-1.83 = árido												
IH = 1.84-3.42 = semiárido												
IH = 3.43-6.37 = subhúmedo												
IH = > 6.38 = óptimo												
										IH = 0.18 pp mensual		
										1.045 ^t		

primeras etapas de desarrollo, existe una alta probabilidad de un periodo seco en el mes de abril, esto en base a que abril resulta con una cantidad de lluvia probable efectiva (al 75%) de "cero" mm, lo que trae como consecuencia pérdidas en los rendimientos del orden de hasta el 100%. En cuanto a las plagas y enfermedades en el ciclo temprano, estas no representan gran problema (excepto la mosca midge en el sorgo de grano) y aún menos cuando el invierno anterior presenta temperaturas bajas extremas.

En el ciclo tardío, por lo general se presentan menos problemas con el déficit de humedad, en cambio, si se pueden presentar más problemas con plagas y enfermedades. Esto representa un problema mayor para los campesinos que realizan sus actividades con una baja inversión económica.

Por lo anterior, para el cultivo de temporal en la región, el cultivo de sorgo (de grano, forrajero o escobero) es más apropiado para el ciclo de temprano, por ser más resistente que el maíz a los déficits hídricos que pudieran presentarse en abril. Para el cultivo de maíz de temporal en el ciclo temprano, es preferible sembrar variedades criollas o mejoradas (según el grado de inversión de que se trate) de ciclo corto y apropiadas a las condiciones de la región. Para el ciclo de tardío se pueden sembrar frijol y maíz con menos riesgos que en el ciclo de temprano, ya que se presenta un periodo de crecimiento bien definido, y que los meses de agosto, septiembre y octubre presentan las máximas precipitaciones, y por lo tanto, los máximos coeficientes de disponibilidad de agua con coeficientes de variación más bajos (91%, 63% y 86%, respectivamente).

Las temperaturas medias, siguen un patrón regularmente definido, lo que podemos constatar con los valores de los coeficientes de variación que presentan una oscilación tan baja entre 4.8 % en agosto y 16.7 % en enero y el promedio anual varía solamente 3.6 %.

La evaporación potencial está relacionada en gran medida con las temperaturas, por lo que presenta coeficientes de variación no tan grandes como los de la precipitación pluvial, éstos oscilan entre el 15.8 % para el mes de agosto y 37 % para el mes de diciembre.

III.- Heladas

Se calculó el periodo libre de heladas para Linares, el que resultó ser (con una probabilidad del 80 %) entre el 4 de marzo y el 21 de diciembre (en base a 31 años de observaciones), lo que significa un periodo de 292 días al año. Esto nos indica que el cultivo del trigo en la región, que se recomienda sembrar a mediados de noviembre, presenta un alto riesgo de helada, ya que durante una gran parte de su desarrollo se presenta una posibilidad mayor del 20 % de que los dañe una helada. Esto también es válido para el cultivo de hortalizas de invierno, igualmente para algunas de primavera que pasan sus primeros estadios de su desarrollo en almácigos durante el invierno, con el fin de obtener un mejor mercado.

IV.- Déficit Hídrico

El Índice de aridez (I) según, MARTONNE (citado por VALDES, s.f.) obtenido para Linares fue de 25.06, según su clasificación, está ubicado entre el valor $I = 20-30$, que significa que tiene un clima semiárido. En cambio, según el índice de pluviosidad (F) de LANG (citado por VALDES, s.f.), Linares resulta estar ubicado con $F = 36.23$ en el rango de 20-40, que corresponde al clima árido. Y según la clasificación para México (hecha por la FAO, 1981), Linares tiene un clima semiárido, ya que su precipitación media anual esta ubicada entre los 800 - 1200 mm.

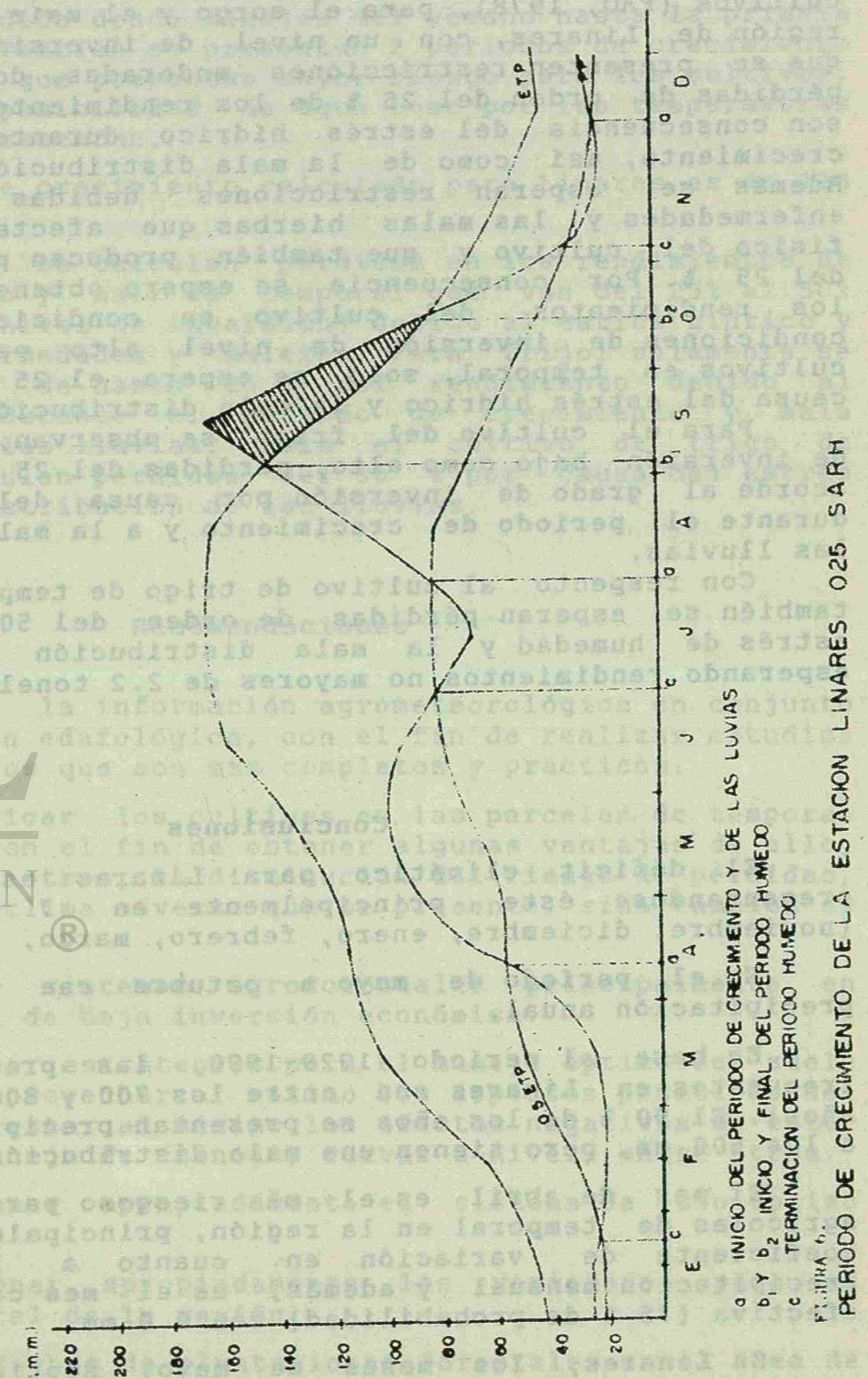
La gráfica de probabilidades de lluvia con la distribución normal en forma anual para Linares, se muestra en la figura 2.

En la tabla 3 se muestran los resultados de la precipitación anual confiable al 75 % de probabilidad para cada mes del año, asimismo los índices de disponibilidad de agua (MAI) resultantes, con su respectiva clasificación según HARGREAVES, (1977)(citado por ORTIZ, 1987). De acuerdo a esta misma clasificación, el valor mínimo del MAI que pudiera considerarse como indicativo de una suficiente humedad para la producción de cultivos es 0.34. Para Linares, esto se cumple solamente en los meses de mayo (0.39), septiembre (0.75) y octubre (0.42). El resto de los meses, la disponibilidad de agua es muy deficiente. Como se puede apreciar, el mes de abril es el que presenta menos seguridad de tener agua disponible para los cultivos (0.0), ya que es muy deficiente según su clasificación.

Los Indices de Humedad (IH) presentados en la tabla 4 indican, según la clasificación de BAILEY (1979), que solamente el mes de septiembre es húmedo. los meses de mayo, agosto y octubre son los que más se acercan a ser húmedos.

V.- Período de Crecimiento

El período de crecimiento obtenido para Linares se muestra en la figura 6. En ésta se observa un período de crecimiento normal determinado por la disponibilidad de agua que ocurre desde mediados de agosto hasta principios de noviembre. También encontramos un período de crecimiento que es intermedio y que va de mediados de abril a últimos de junio, éste se caracteriza por carecer de un período húmedo. El otro período de crecimiento intermedio se presenta de mediados de diciembre a la mitad del mes de enero, el que se ve afectado grandemente por las temperaturas mínimas bajas que ocurren en el invierno, lo que hace poco seguro el obtener buena producción de los cultivos de temporal de invierno. Aunado a esto, éste último período de crecimiento queda ubicado en la temporada con más probabilidades de heladas. Las heladas de invierno, además de dañar grandemente a los cultivos anuales, se presentan años en los que se ven afectados seriamente los cultivos frutícolas y hortícolas de la región.



El período de crecimiento calculado para Linares es de 138 días al año.

En base a la longitud del período de crecimiento y utilizando la tabla de restricciones agroclimáticas por cultivos (FAO, 1978), para el sorgo y el maíz de temporal en la región de Linares, con un nivel de inversión bajo, se espera que se presenten restricciones moderadas, donde se producen pérdidas de orden del 25 % de los rendimientos. Estas pérdidas son consecuencia del estrés hídrico durante el período de crecimiento, así como de la mala distribución de las lluvias. Además se esperan restricciones debidas a las plagas, enfermedades y las malas hierbas que afectan el desarrollo físico del cultivo y que también producen pérdidas del orden del 25 %. Por consecuencia, se espera obtener solo el 50 % de los rendimientos del cultivo en condiciones óptimas. En condiciones de inversión de nivel alto para estos mismos cultivos en temporal, solo se espera el 25 % de pérdidas por causa del estrés hídrico y la mala distribución de las lluvias.

Para el cultivo del frijol se observan, tanto en niveles de inversión bajo como alto, pérdidas del 25 % del rendimiento acorde al grado de inversión por causa del estrés hídrico durante el período de crecimiento y a la mala distribución de las lluvias.

Con respecto al cultivo de trigo de temporal en invierno, también se esperan pérdidas de orden del 50 % por causa del estrés de humedad y la mala distribución de las lluvias, esperando rendimientos no mayores de 2.2 toneladas/ ha.

Conclusiones

El déficit climático para Linares es de -452.5 mm, presentándose éste principalmente en 7 meses del año (noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y julio).

En el período de mayo a octubre cae el 78 % de la precipitación anual.

En base al período 1929-1990, las precipitaciones más frecuentes en Linares son entre los 700 y 800 mm (18 % de los años). El 90 % de los años se presentan precipitaciones mayores a los 500 mm, pero tienen una mala distribución durante el año.

El mes de abril es el más riesgoso para las actividades agrícolas de temporal en la región, principalmente por su alto coeficiente de variación en cuanto a la cantidad de precipitación mensual y además, es el mes con menor lluvia efectiva (75 % de probabilidad) con 0.0 mm.

En Linares, los meses de mayo, septiembre y octubre presentan los máximos coeficientes de disponibilidad de agua para los cultivos. El mes de septiembre es el mes más húmedo y el único mes con humedad suficiente para los cultivos.

El período libre de heladas para Linares, con una probabilidad del 80 %, es entre el 4 de marzo y el 21 de diciembre, (292 días del año).

En Linares se presenta un período de crecimiento normal para los cultivos determinado por la disponibilidad de agua, que queda comprendido desde finales del verano hasta la primera parte del otoño. También se presentan 2 períodos de crecimiento intermedios, los que presentan mayor riesgo para los cultivos, tanto por la disponibilidad de agua como por las temperaturas extremas que se presentan.

El período de crecimiento calculado para Linares es de 138 días al año.

Para Linares se calculan pérdidas en los rendimientos de cultivos de sorgo y maíz de temporal que van del 25% al 50% (dependiendo del nivel de inversión) debido al estrés hídrico y las plagas, enfermedades y malezas. Para frijol solamente se calculan pérdidas de hasta 25 % del rendimiento debido al estrés hídrico durante el período de crecimiento y mala distribución de las lluvias. Para el cultivo de trigo de temporal se calculan pérdidas del 50 % por causa del estrés hídrico y mala distribución de las lluvias.

Recomendaciones

1.- Analizar la información agrometeorológica en conjunto con la información edafológica, con el fin de realizar estudios agroecológicos, los que son más completos y prácticos.

2.- Diversificar los cultivos en las parcelas de temporal principalmente, con el fin de obtener algunas ventajas de ello, como lo es entre otros, la disminución del riesgo de pérdidas, no solo por el clima adverso que se presente, sino también de mercadeo.

3.- Utilizar sistemas agroforestales principalmente en áreas de temporal de baja inversión económica.

4.- Establecer estrategias para el manejo óptimo del suelo con el fin de aprovechar al máximo los aspectos positivos del clima y contrarrestar al máximo los efectos negativos de éste. Por ejemplo el manejo de cuencas, curvas a nivel, entre otros.

5.- Seleccionar apropiadamente el sistema de uso óptimo del suelo.

6.- Seleccionar apropiadamente las variedades para el cultivo de temporal de la región.

7.- Probar fechas de plantaciones forestales en el área de Linares, en los meses de primavera contra el mes de septiembre.

8.- Realizar estudios relacionados con los efectos del clima en la producción forestal.

Bibliografía

- FAO 1978. Report on the Agro-ecological Zones Project. Vol. 1. Methodology and Results for Africa. World Soil Resources. Report 48. Rome.
- García B., J. 1979. Estructura Meteorológica para la Caracterización Agroecológica de Areas por Procedimientos cuantitativos de Análisis y su posterior Zonificación. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx
- García, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3a. ed. México: UNAM. 252 p.
- Ortiz S., C.A. 1987. Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con aplicaciones en la República Mexicana. 3a. Ed. Dpto. Suelos, U.A.CH., Chapingo, Méx.
- SARH. 1991. Datos climáticos de la estación Camacho de Linares, N. L. 025, SARH. Temp. 1924-90; precipitación 1929-90; evaporación 1979-90. Sin publicar. Monterrey, N. L.
- Valdes E., R. (sin fecha). Meteorología y Climatología. U.A.A. A.N. Departamento de Agrometeorología. Saltillo, Coah., Méx. 111p.

LA INFORMACION DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS EN LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES*

Carlos Horacio Sánchez **

RESUMEN

Al tratar las explotaciones agropecuarias y forestales se sabe que su relación beneficio-costos en los últimos años ha sido, en el mayor de los casos, negativo; teniéndose siempre la incertidumbre por las variables que no son controlables y por las parcialmente controlables, que están determinadas principalmente por el clima. Las estaciones climatológicas, aunque de una forma muy simple, proporcionan información muy valiosa para manejar las variables mencionadas. Si se utiliza dicha información, se pueden calcular los riesgos que servirán para hacer más racional la planeación en la empresa, dando a ésta mayor probabilidad de éxito. Además de tener disponible la información, deberá utilizarse con métodos sencillos de entender y manejar pero sobre todo, que esté al alcance del productor.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

* No se recibió el trabajo completo
** Centro de Producción Agropecuaria, U.A.N.L., Unidad Linares.

VARIACION CLIMATICA EN EL NORESTE DE MEXICO*

Gabriela Gómez Rogríquez **

RESUMEN

En zonas semiáridas la fuerte variabilidad climática, aunada a la intensa actividad humana, puede producir en un lapso relativamente corto, una fuerte degradación ambiental. Debido a esto se plantea la necesidad de conocer a fondo, tanto la forma en que se presenta dicha variabilidad, como las posibles repercusiones en la productibilidad de las zonas que afecta.

Para la primera parte de este estudio se seleccionó un área perteneciente a la Planicie Costera Nororiental donde se presentan climas áridos y semiáridos. Al analizar las estaciones meteorológicas de largo período se encontró una gran variación en la precipitación y en los índices de aridez de un año a otro, lo cual corresponde a oscilaciones en los patrones de circulación atmosférica.

Las implicaciones de estas variaciones en las actividades productivas son grandes: la agricultura de temporal se ve severamente afectada por sequías frecuentes, el gran incremento en la apertura de tierras agrava la situación si no se consideran los riesgos del monocultivo; por otra parte, la ganadería provoca cambios en la composición específica de la vegetación y el suelo se ve compactado y erosionado.

Para la segunda parte, actualmente en proceso, se seleccionó el área donde se ubica la Presa Marte R. Gómez, en los estados de Tamaulipas y Nuevo León. El objetivo es realizar un estudio del cambio ambiental en las últimas dos décadas mediante imágenes de satélite, apoyados por cartas temáticas de DETENAL y trabajo de campo. Los resultados preliminares muestran la gran cantidad de información que puede obtenerse de este tipo de estudios, como es el caso de fuertes variaciones en la extensión de la presa durante el año de 1990.

* No se recibió el trabajo completo

** Instituto de Geografía, U.N.A.M.

Circuito Exterior, Ciudad Universitaria
A.P. 20-850

01000 México, D.F. [Tel. 91(5)548-4086, Fax 548-4086]

II SIMPOSIO REGIONAL SOBRE AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION DEL CLIMA Y DEL AGUA EN EL NORESTE DE MEXICO

7 y 8 de Octubre de 1991. Linares, Nuevo León.

ANALISIS DE SEQUIAS EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA LA PIEDAD, TAM.

1: CALCULOS PRELIMINARES Y ENFOQUE PROBABILISTICO

Dr. Daniel Fco. Campos Aranda

Profesor de Agroclimatología

Facultad de Ingeniería de la U.A.S.L.P.

Genaro Codina # 240-altos

Col. Jardines del Estadio

78280 San Luis Potosí, S.L.P.

Tel. 91(48)15-14-31

RESUMEN

En primer término se amplió el registro de precipitación mensual de la estación climatológica La Piedad, del municipio de San Fernando, Tam. hasta diciembre de 1990, ya que tal estación fue suspendida en agosto de 1988, al mismo tiempo se dedujeron sus valores faltantes; lo anterior con apoyo en la estación climatológica BRB-4-16, que es la más cercana con un amplio registro. En seguida, al probar la homogeneidad del registro disponible que abarca desde enero de 1953, se detectó la ocurrencia, en éste y en la región de un período húmedo, que origina inconsistencia. A continuación se describe el método original de J.C. Foley para la definición de los períodos de sequía, se citan las modificaciones adoptadas y se comentan su aplicación y resultados. Por último, se aborda el estudio probabilístico de las series integradas con la lluvia acumulada en uno y varios meses, con base en la función de distribución gamma mixta, se presentan en forma tabular sus resultados y se destaca su utilidad en el establecimiento de cultivos y/o la caracterización cuantitativa del clima y sus sequías.

1. INFORMACION CLIMATOLOGICA DISPONIBLE

1.1 GENERALIDADES

La estación climatológica **La Piedad**, del municipio de San Fernando, Tamaulipas, con las siguientes coordenadas: Lat. 25° 22' N., Long. 97° 52' W. G. y altitud de 13 m.s.n.m., se considera representativa de la zona de temporal que colinda con el Distrito de Riego del Bajo Río Bravo, es decir, -- del sur del área que definen las poblaciones de San Fernando, Reynosa y Matamoros, en Tamaulipas.

San Fernando, Tam., Salvatierra, Gto. y Culiacán, Sin. son localidades características de las zonas sorgueras más importantes del país, pues en ellas se cultiva más del 85% del total nacional (Aceves y Arteaga, 1989), tan solo en el norte de Tamaulipas se siembran actualmente alrededor de 600 mil hectáreas (Covarrubias y Rodríguez, 1990), principalmente en el ciclo invierno-primavera, conocido regionalmente como temprano.

Con base en los valores promedio mensual de precipitación (último renglón de la Tabla 1) y temperatura ambiente de la estación La Piedad, tomados del Boletín Climatológico No. 6, tomo II (SARH, 1983), y que corresponden a: --- 15.1, 16.7, 21.1, 24.7, 26.8, 28.8, 29.1, 29.2, 27.7, 24.5, 19.6 y 16.9 °C, se calculó la siguiente fórmula climática según sistema de Köppen modificado (Campos, 1989b): $BS_1(h')hw''(x')(e')g'$, la cual básicamente coincide con la descripción del clima de tal zona, según lámina de la página 159 del Atlas del Agua (SRH, 1976). La precipitación anual en la estación La Piedad fluctúa entre los 250 y 1,274 mm, correspondientes a los años 1990 y 1972, de acuerdo a los datos de la Tabla 1.

1.2 DEDUCCION DE DATOS FALTANTES

En el Boletín Climatológico No. 6, tomo I (SARH, 1983) se obtuvieron los valores de precipitación mensual de la estación La Piedad del período de enero de 1953 a diciembre de 1959; a partir de enero de 1960 y hasta el término de su funcionamiento, en julio de 1988, tal información se dedujo de sus reportes mensuales.

Con la idea de completar el registro de la estación La Piedad hasta diciembre de 1990, pues se conoce que tal año fue muy seco, se buscó la estación climatológica más cercana con amplio registro, ésta fue la denominada BRB-4-16 con un período completo de 1958 a 1980, en el citado boletín; para este período común de datos se realizaron diagramas de dispersión mensuales, para eliminar puntos muy alejados de la nube de datos que redujeran notablemente la correlación y que distorsionaran la regresión.

Con excepción de la correlación del mes de diciembre ($R_{xy} = 0.55$), los restantes valores fluctuaron entre 0.85 y 0.95, por lo cual se consideraron bastante aceptables y por ello, las regresiones respectivas fueron utilizadas para ampliar el registro de la estación La Piedad, con base en los valores observados en la estación BRB-4-16 en el período de agosto de 1988 a diciembre de 1990, además tales regresiones se emplearon para deducir los valores faltantes, por ejemplo, el primer semestre de 1974, septiembre y octubre de 1967, diciembre de 1971 y 1973, etc.

En la Tabla 1 se tiene el registro completado y ampliado de precipitación --

TABLA 1
PRECIPITACION MENSUAL (mm) EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA LA PIEDAD, TAM.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	T.H.	T.S.
1953	5.0	1.5	14.0	67.5	4.0	0.0	32.5	89.5	17.0	157.5	15.0	12.0	415.5	-	-
1954	0.0	0.0	2.5	62.5	41.0	179.0	1.0	92.5	51.5	86.0	42.0	0.0	558.0	-	-
1955	32.0	19.0	2.0	6.0	6.6	2.5	8.3	15.8	303.0	42.0	16.5	4.0	457.7	-	-
1956	3.5	2.0	40.0	129.5	72.5	40.5	32.5	4.0	40.5	47.5	9.0	1.0	422.5	-	-
1957	2.0	113.0	16.0	146.0	58.0	75.0	0.0	52.0	73.0	22.0	45.0	9.7	611.7	+	+
1958	101.5	50.0	12.0	0.0	63.0	54.0	67.0	0.0	169.0	208.0	47.0	18.8	790.3	+	+
1959	32.0	66.0	14.0	23.0	11.0	140.0	94.0	57.0	20.0	102.0	46.0	0.0	605.0	-	-
1960	4.1	27.0	7.3	15.0	9.5	25.5	22.0	163.0	156.0	42.5	13.1	62.0	547.0	-	-
1961	52.0	0.5	5.0	63.0	4.0	53.5	25.4	60.0	169.1	43.0	31.0	9.8	516.3	-	-
1962	5.0	0.0	17.5	15.5	78.5	123.0	0.0	10.5	78.5	41.0	34.5	38.0	442.0	+	+
1963	7.0	19.5	6.0	0.0	194.0	40.5	28.0	26.0	137.5	156.0	2.0	61.0	677.5	-	-
1964	6.0	22.5	2.0	2.0	69.0	125.0	1.0	0.0	88.0	8.0	13.0	49.0	385.5	-	-
1965	2.5	0.0	13.0	0.0	91.0	18.0	8.0	88.7	45.0	17.0	46.5	28.5	358.2	-	-
1966	93.4	78.0	61.6	52.7	266.5	193.8	73.6	23.5	22.0	194.0	6.1	0.5	1,065.7	+	+
1967	45.0	15.9	41.6	0.6	70.7	35.1	2.5	167.2	300.6	82.2	185.5	24.0	970.9	+	+
1968	43.8	17.7	19.1	26.0	75.8	94.3	104.1	15.9	30.0	35.0	38.6	18.6	518.9	-	-
1969	11.7	63.3	31.0	22.3	9.4	18.4	68.5	138.3	325.1	100.5	46.5	0.0	835.0	+	+
1970	75.0	22.5	17.4	65.0	40.0	63.0	37.0	20.0	368.5	12.6	0.0	16.0	737.0	+	+
1971	0.0	13.8	0.0	22.0	71.4	111.0	10.5	82.0	352.0	88.0	6.0	41.5	798.2	+	+
1972	19.0	21.0	64.5	117.0	229.0	411.0	132.0	34.0	110.0	100.0	24.0	12.6	1,274.1	+	+
1973	96.0	111.0	2.0	40.0	44.0	310.0	54.0	83.5	62.0	100.5	25.0	33.9	961.9	+	+
1974	21.0	7.3	41.2	18.3	35.2	40.5	100.2	0.0	31.0	25.0	0.0	12.0	331.7	-	-
1975	12.0	0.0	0.0	0.0	135.0	80.0	185.0	301.0	74.0	28.0	10.0	74.0	899.0	+	+
1976	0.0	0.0	38.0	163.5	32.0	46.0	403.2	100.0	135.0	136.0	70.0	46.6	1,170.3	+	+
1977	34.6	21.0	11.0	38.0	14.0	228.0	5.0	192.0	146.0	53.0	62.0	41.0	845.6	+	+
1978	23.0	29.0	4.0	67.0	4.0	16.0	3.0	5.5	274.0	59.5	17.0	54.0	556.0	+	+
1979	36.0	46.0	2.0	81.0	13.0	384.0	46.0	391.0	92.0	0.0	0.0	68.0	1,159.0	+	+
1980	60.0	59.0	5.0	4.0	29.0	39.0	12.0	31.2	95.0	101.2	83.1	50.0	568.5	-	-
1981	48.0	32.0	11.0	25.0	49.0	72.3	42.2	26.0	100.0	25.0	11.0	25.0	466.5	-	-
1982	0.0	72.0	2.0	126.0	78.5	0.0	3.0	21.0	21.0	48.5	15.0	42.0	429.0	-	-
1983	14.5	51.5	24.0	0.0	43.0	99.5	156.0	32.0	97.0	34.0	27.0	7.0	585.5	-	-
1984	132.5	6.0	0.0	0.0	175.0	2.0	67.0	16.5	199.5	19.5	10.0	62.0	690.0	+	+
1985	65.0	19.0	20.5	171.0	124.0	97.0	76.0	60.0	97.0	56.0	7.0	57.0	849.5	+	+
1986	0.0	20.0	0.0	3.0	57.5	40.0	37.5	24.0	140.0	80.0	62.0	60.0	524.0	-	-
1987	59.5	34.0	12.5	12.0	58.5	191.0	65.5	5.0	111.5	4.0	27.5	13.5	594.5	-	-
1988	89.5	60.5	44.5	45.0	35.2	62.5	8.0	25.7	164.8	41.2	7.1	24.5	608.5	-	-
1989	108.1	13.8	7.2	64.6	12.7	78.7	140.0	71.7	35.3	73.4	7.1	0.0	612.6	-	-
1990	21.9	52.5	0.0	52.8	0.0	23.0	10.5	18.7	23.4	15.9	14.2	17.4	250.3	-	-
PROM	35.8	31.3	16.1	46.0	63.3	95.1	56.9	67.0	125.1	65.4	29.5	28.8	660.2	-	-

mensual en la estación La Piedad, del estado de Tamaulipas.

1.3 PRUEBAS BASICAS DE HOMOGENEIDAD

Para probar la homogeneidad de los datos de la Tabla 1, primeramente se aplicaron las pruebas de Helmert (Mather, 1977) y de las secuencias (Doorenbos, 1976) a los 38 valores de lluvia anual. Los cálculos correspondientes a dichas pruebas se tienen en las dos últimas columnas de la Tabla 1, de donde se deduce para el test de Helmert que $s=23$ y $c=14$, y como la diferencia entre tales cantidades no debe de exceder de $\sqrt{n-1} \approx 6$ se concluye que el registro es inhomogéneo. Para la prueba de las secuencias se obtuvo $u=15$, y como los límites permisibles de acuerdo al número de datos son $16 < u < 23$ se dictamina que el registro es inhomogéneo.

A partir de los resultados se deduce que la inconsistencia se puede deber a una tendencia o cambio en la media, ya que el número de secuencias es mayor que el número de cambios en el test de Helmert y la cantidad de secuencias está muy próxima a su límite inferior en el segundo test. La mecánica operativa de ambas pruebas se puede consultar en Campos (1987).

1.4 CAUSAS DE INCONSISTENCIA

Al revisar la historia de la estación La Piedad, se encontró que ésta sufrió un cambio de emplazamiento, al inicio del año 1974, sin embargo dicho traslado no involucró grandes distancias y por ello no se consideró que tal cambio haya afectado su comportamiento. En el inciso siguiente se estudiará con detalle tal inconsistencia.

2. ANALISIS DE LA PRECIPITACION ANUAL

2.1 TECNICA DE PROMEDIOS MOVILES

Este análisis básicamente gráfico, permite visualizar el comportamiento de la precipitación anual en cuanto a tendencia, persistencia, fluctuaciones cíclicas o cambios en la media. En el caso que se analiza (Fig. 1), se dedujo un aumento sustancial en el período 1966-1979, por ello su media se confrontó con la de todo el registro, en la prueba de Cramer (WMO, 1971).

Por su parte, el estudio a través de la técnica de promedios móviles de orden 5, permite suavizar el comportamiento de la serie para definir los períodos secos y húmedos; los primeros son aquéllos en que la curva de promedios está por debajo de la media general, y los húmedos cuando se ubica por arriba. Conviene notar que el promedio móvil de la precipitación anual se recomienda dibujarlo al final del intervalo considerado, en este caso 5 años. En la Fig. 1 se han definido dos períodos secos y uno húmedo.

2.2 PRUEBAS ESPECIFICAS DE HOMOGENEIDAD

Para buscar la presencia de tendencia en el registro se aplicó la prueba de Kendall (Kottegoda, 1980), obteniéndose que no existe tal componente determinística, pues el valor de la estadística τ resultó de +0.893 y sus límites críticos al 95% de confiabilidad son de ± 1.960 . También se aplicaron las pruebas de Anderson al coeficiente de correlación serial de orden 1 (Linsley et al., 1977) y de Sneyers (WMO, 1971) para probar persistencia, en-

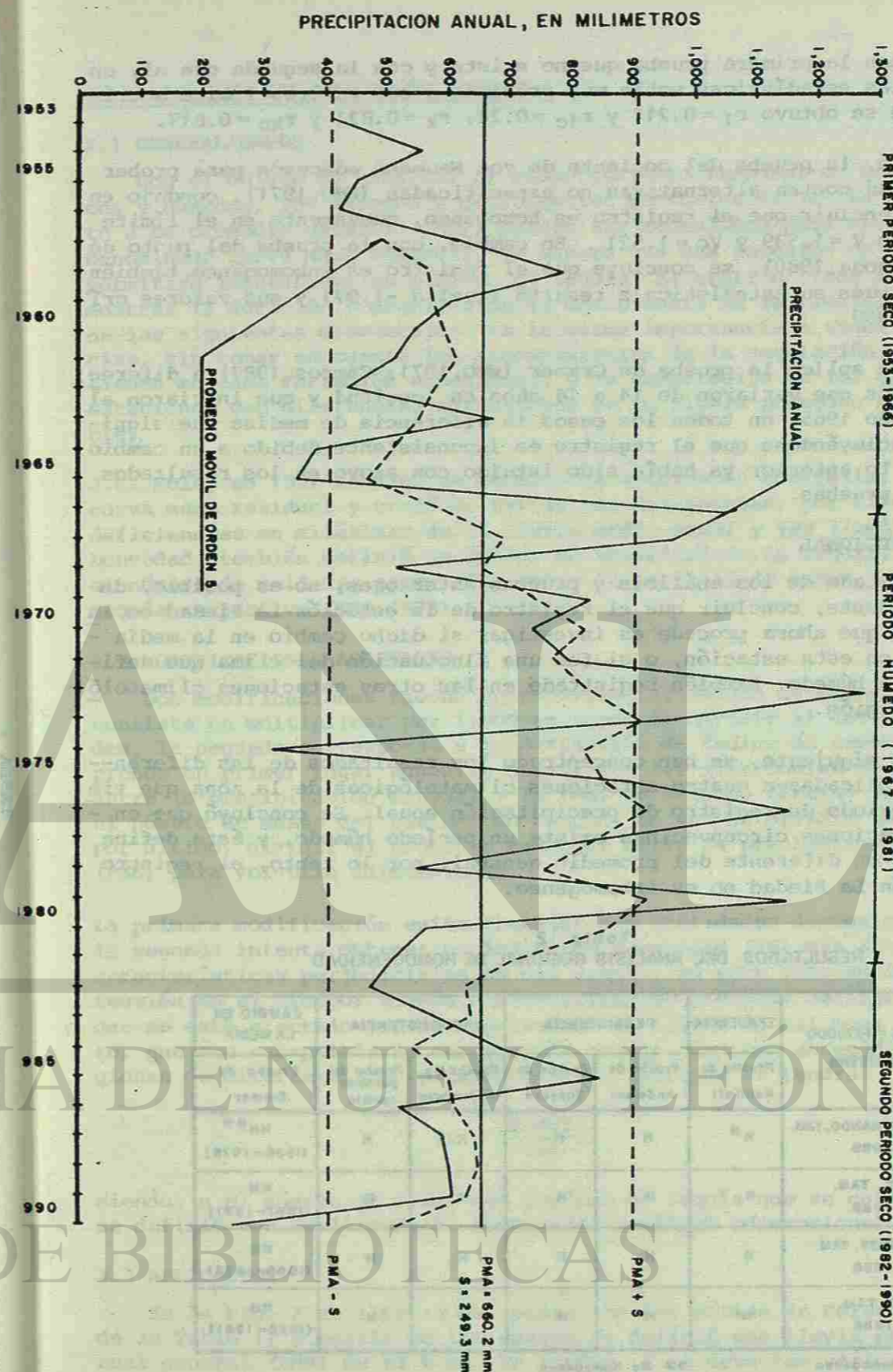


Fig. 1
ANALISIS DE LA PRECIPITACION ANUAL DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA: LA PIEDAD, TAM

contrándose con la primera prueba que no existe y con la segunda que sí, en ambos casos las estadísticas están muy próximas a sus valores límite o críticos, ya que se obtuvo $r_1 = 0.211$ y $r_{1c} = 0.24$; $r_k = 0.831$ y $r_{kc} = 0.817$.

Por otra parte, la prueba del cociente de von Neumann adecuada para probar la aleatoriedad contra alternativas no especificadas (WMO, 1971), condujo en este caso a concluir que el registro es homogéneo, nuevamente en el límite pues se obtuvo $V = 1.539$ y $V_c = 1.521$. En cambio, con la prueba del punto de cambio (Kottegoda, 1980), se concluye que el registro es inhomogéneo, también en el límite pues su estadística z resultó igual a -1.971 y sus valores críticos son ± 1.960 .

Por último, se aplicó la prueba de Cramer (WMO, 1971; Campos, 1987) a diferentes subperíodos que variaron de 14 a 18 años en longitud y que iniciaron alrededor del año 1965, en todos los casos la diferencia de medias fue significativa, concluyéndose que el registro es inconsistente debido a un cambio en la media. Lo anterior ya había sido intuido con apoyo en los resultados de las otras pruebas.

2.3 ESTUDIO REGIONAL

Como resultado de los análisis y pruebas anteriores, no es posible, de manera contundente, concluir que el registro de la estación La Piedad es inhomogéneo, lo que ahora procede es investigar si dicho cambio en la media sólo ocurrió en esta estación, o si fue una fluctuación del clima que definió un período húmedo, también registrado en las otras estaciones climatológicas de la región.

En la Tabla 2 siguiente, se han concentrado los resultados de las diferentes pruebas aplicadas a cuatro estaciones climatológicas de la zona que tienen amplio período de registro de precipitación anual. Se concluyó que en todas las estaciones circunvecinas existe un período húmedo, y éste define una media que es diferente del promedio general, por lo tanto, el registro de la estación La Piedad no es inhomogéneo.

Tabla 2
RESULTADOS DEL ANALISIS REGIONAL DE HOMOGENEIDAD

ESTACION Y PERIODO DE REGISTRO	TENDENCIA	PERSISTENCIA		INCONSISTENCIA		CAMBIO EN LA MEDIA
	Prueba de Kendall	Prueba de Anderson	Prueba de Sneyers	Prueba de Van Neumann	Prueba del punto de cambio	Prueba de Cramer
SAN FERNANDO, TAM. 1932 - 1989	H*	H	H	H	H	NH** (1966-1976)
MENDEZ, TAM. 1941 - 1989	H	H	H	H	H	NH (1967-1981)
MATAMOROS, TAM. 1959 - 1988	H	H	H	H	H	NH (1969-1978)
REYNOS, TAM. 1953 - 1988	NH	H	H	H	H	NH (1972-1981)

* Homogénea

** No Homogénea

3. APLICACION DEL METODO DE FOLEY

3.1 GENERALIDADES

Con el objeto de examinar el comportamiento temporal de los períodos secos y húmedos, los excesos y deficiencias mensuales de la lluvia con respecto a su promedio general (PMM), pueden ser acumulados para crear un gráfico denominado Curva Masa Residual, de manera que una sucesión de deficiencias, permitirá identificar un período de sequía. El gráfico tiene la ventaja de mostrar la duración y magnitud de la deficiencia de la lluvia, pero adolece de las siguientes desventajas: da la misma importancia a todas las deficiencias, sin tomar en cuenta los requerimientos de la vegetación, los cuales tienen marcada variación estacional, y la comparación de tal gráfica entre estaciones con diferencias apreciables en su lluvia promedio no es confiable.

J.C. Foley en 1957 realizó un estudio de sequías en Australia, utilizó la curva masa residual y trató de evitar sus desventajas, por ello expresó las deficiencias en milésimas de la lluvia media anual y les llamó unidades por brevedad, también definió un índice de severidad de la sequía, al dividir el número de unidades acumuladas entre la cantidad de meses del período de sequía respectivo (WMO, 1975).

3.2 MODIFICACIONES ADOPTADAS

Dos modificaciones fueron introducidas al método de Foley, la primera consiste en multiplicar por 1,000 en lugar de dividir al definir las unidades, la segunda corresponde a la definición de índice de severidad y comprende en primer lugar acumular únicamente las diferencias negativas ($\Sigma\text{-dif}$) entre la precipitación mensual y la PMM, en segundo término multiplicar por el número de meses del período de sequía, en vez de dividir entre éste, y por último, dividir el producto anterior entre la precipitación media anual (PMA) para volverlo adimensional.

La primera modificación evita trabajar con cantidades decimales, en cambio la segunda intenta obtener un índice de severidad (IS) más acorde con las características perjudiciales de una sequía, en este caso su duración o extensión en el tiempo; además tal modificación pretende definir un índice que no esté afectado por la magnitud de la lluvia de tal zona y por lo tanto, que sea susceptible de comparación con los índices obtenidos en otras regiones de diferente precipitación media. Entonces se tendrá:

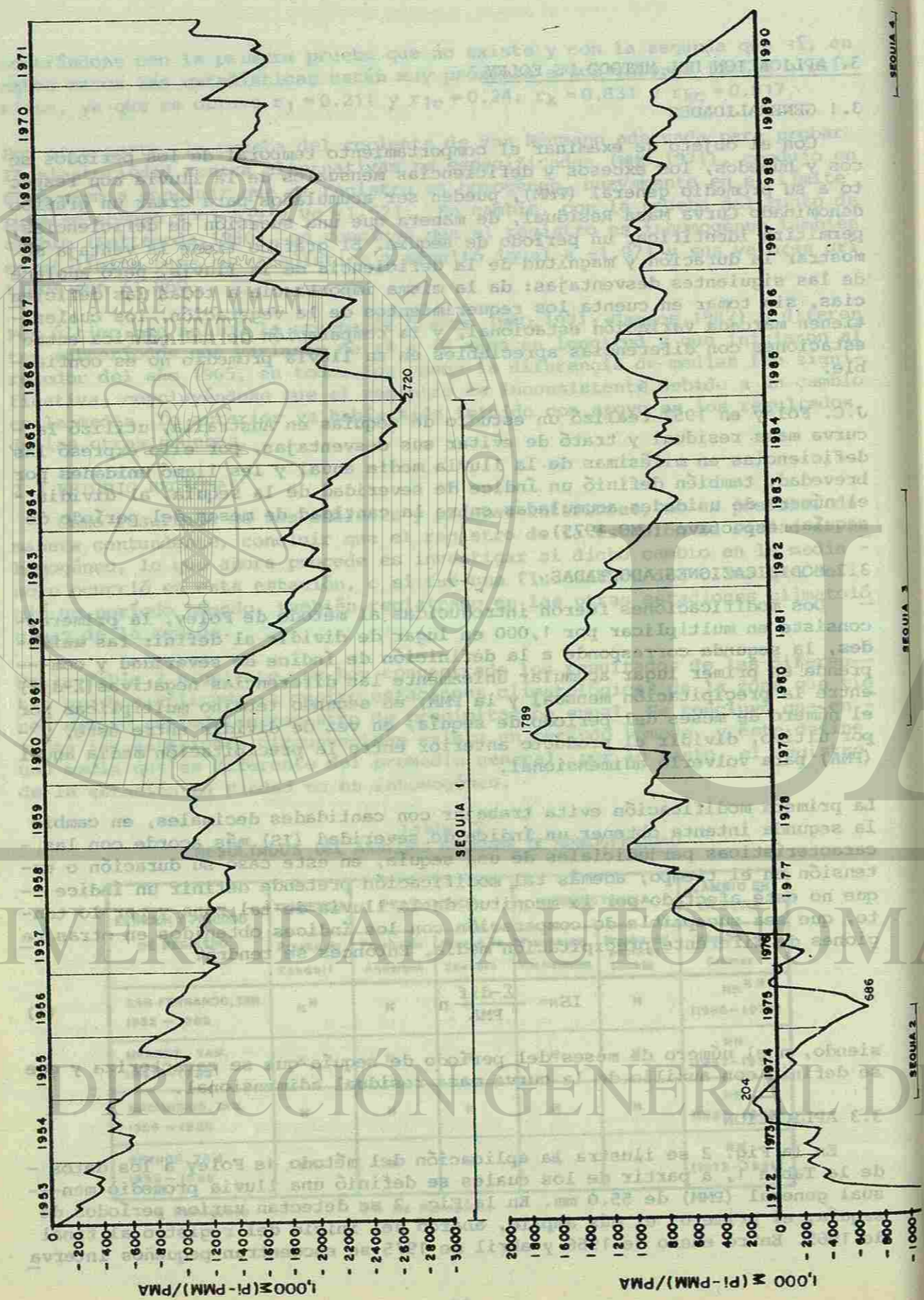
$$IS = \frac{\Sigma\text{-dif}}{PMA} n \quad (1)$$

siendo, n el número de meses del período de sequía que se caracteriza y que se definió con auxilio de la curva masa residual adimensional.

3.3 APLICACION

En la Fig. 2 se ilustra la aplicación del método de Foley a los datos de la Tabla 1, a partir de los cuales se definió una lluvia promedio mensual general (PMM) de 55.0 mm. En la Fig. 2 se detectan varios períodos de sequía, el primero, el más amplio, abarcó del inicio del registro al final de 1965. Entre enero de 1966 y abril de 1975 se encuentran pequeños intervalos

Fig. 2 CURVA MASA RESIDUAL ADIMENSIONAL EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA: LA PIEDAD, TAM.



los con sequía, el último de ellos inició en noviembre de 1973. De octubre de 1979 a mayo de 1983 se detecta otro período, el último del registro comienza en septiembre de 1989. Los índices de severidad correspondientes a los períodos citados resultaron ser:

$$IS_1 = \frac{4,165.4}{660.2} (199) \doteq 984 \quad IS_2 = \frac{632.8}{660.2} (18) \doteq 17$$

$$IS_3 = \frac{1,065.6}{660.2} (43) \doteq 69 \quad IS_4 = \frac{532.5}{660.2} (16) \doteq 13$$

4. ANALISIS PROBABILISTICO

4.1 DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES GAMMA MIXTA

El modelo de función de densidad de probabilidad $f(x)$ generado por Karl Pearson como tipo III es conocida como función gamma, tiene tres parámetros: el de forma (γ), el de escala (β) y el de localización (ξ). Cuando su frontera izquierda se ubica en $\xi=0$, caso común en las variables climáticas e hidrológicas, se obtiene la $f(x)$ de dos parámetros, cuya probabilidad $F(x)$ de que la variable aleatoria X , precipitación acumulada en uno o más meses, sea menor o igual que una cantidad dada x , se puede evaluar por medio de algoritmos computacionales como los descritos por Thom(1971), Kite(1977), Haan (1977) y Campos(1988a,1990). Por otra parte, la función de distribución de probabilidades gamma mixta definida por Thom(1971), es la siguiente:

$$H(x) = q + p \cdot F(x) \quad (2)$$

en la cual, q es la probabilidad de tener valores nulos (ceros) en la serie que se analiza y $p=1-q$, de manera que cuando $x=0$, $H(0)=q$; si el registro no tiene ceros, $q=0, p=1$ y por lo tanto: $H(x) = F(x)$.

4.2 ANALISIS DE LA SERIE ANUAL

En primer lugar se definirán los **deciles** y su uso para clasificar las magnitudes de lluvia de acuerdo a su desviación de la media. El primer decil es la cantidad de lluvia cuya probabilidad de no excedencia $P(X=x)$ es el 10%, es decir, se tiene un 90% de probabilidad de que sea excedida. El segundo decil es la cantidad de lluvia que tiene $P(X=x)=0.20$ y $P(X>x)=0.80$. El quinto decil o mediana corresponde a la lluvia que tiene un 50% de probabilidad de ser o no excedida. El rango de un decil es el intervalo de valores entre deciles, de manera que el rango del octavo decil está entre los deciles 7 y 8. La tabulación siguiente es útil para clasificar la ocurrencia de la lluvia (WMO,1975):

Rango decil 1	$P(X \leq x) \leq 10\%$	muy por debajo de lo normal
Rango decil 2	$10\% < P(X \leq x) \leq 20\%$	bastante abajo de lo normal
Rango decil 3	$20\% < P(X \leq x) \leq 30\%$	abajo de lo normal
Rango decil 4	$30\% < P(X \leq x) \leq 40\%$	sensiblemente abajo de lo normal
Rango decil 5 y 6	$40\% < P(X \leq x) \leq 60\%$	normal
Rango decil 7	$60\% < P(X \leq x) \leq 70\%$	sensiblemente arriba de lo normal
Rango decil 8	$70\% < P(X \leq x) \leq 80\%$	arriba de lo normal
Rango decil 9	$80\% < P(X \leq x) \leq 90\%$	bastante arriba de lo normal
Rango decil 10	$P(X \leq x) > 90\%$	muy por arriba de lo normal

El procesamiento probabilístico de la serie de lluvia anual por medio de la distribución gamma mixta se realizó con base en el programa GAMIX propuesto por Campos(1988), como resultados relevantes se pueden citar los siguientes:

$\gamma = 7.529$ 1er. decil = 390.4 mm
 $\beta = 87.691$ 2o. decil = 460.4 mm
 $M = 631.4$ mm (mediana) 3er. decil = 519.3 mm
 $Mo = 572.6$ mm (moda) 4o. decil = 575.0 mm

Tomando en cuenta que W.J. Gibbs y J.V. Maher en 1957 (WMO,1975), definieron como años de sequía aquéllos con lluvia menor del primer decil, entonces se tiene que en el registro de la estación climatológica La Piedad, los años 1964,1965,1974 y 1990 fueron años de sequía severa y que los años que caen dentro del segundo decil o de sequía corresponden a los años 1953,1955, 1956,1962 1982. Conviene destacar que se puede detectar u observar una periodicidad del orden de 10 ó 11 años en las sequías descritas.

4.2 ANALISIS DE LAS SERIES MENSUALES

El procesamiento probabilístico de las doce series de lluvia mensual, con base en la distribución gamma mixta se llevó a cabo por medio del programa GAMIX desarrollado por Campos(1988a). los resultados se han concentrado en la Tabla 3, en la cual también se han incluido los valores mínimo y máximo de cada registro dado en la Tabla 1. Estos doce análisis fueron contrastados con el programa GMIXJI generado por Campos(1990), encontrándose gran similitud en sus resultados, de manera que en los análisis sucesivos será aplicado el primer programa que tiene como ventaja el permitir definir el valor de la variable X asociado a una probabilidad previamente definida, cálculo que en el segundo programa no se puede realizar en forma explícita.

4.4 ANALISIS DE LAS SECUENCIAS MENSUALES

Este segundo análisis consiste en integrar primeramente secuencias de uno a doce meses, comenzando en cada mes del año. Cuando la secuencia que se integra abarca más allá del mes de diciembre de ese año, continúa en los meses del año siguiente.

El procesamiento probabilístico de las secuencias mensuales integradas en cada uno de los 38 años del registro, se llevó a cabo en forma idéntica al descrito en el inciso anterior, sus resultados se han concentrado en la Tabla 4; estos valores indican por ejemplo que el valor mediano de lluvia en cuatro meses a partir de febrero es de 142 mm, pero en el 10% de los años puede ser de sólo 67 mm o menos.

Lógicamente, las magnitudes de la Tabla 4 son sumamente útiles cuando se estudia o analiza la adaptabilidad de un cierto cultivo, ya que cuando su estación de crecimiento y requerimientos de humedad son conocidos, se puede obtener una estimación del riesgo de sequía que se tiene (WMO,1975).

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA:

1. ACEVES N.,L.A. y ARTEAGA R.,R. 1989. Agroclimatología del Sorgo en México. IV Congreso Nacional de Meteorología, pág.214-219. Chihuahua, Chih.
2. CAMPOS A.,D.F. 1987. Procesos del Ciclo Hidrológico. Inciso 4.4.1: Análi

Tabla 3
 PRECIPITACION (mm) EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA LA PIEDAD, TAM.

DECIL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	250.3
1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	8.3	1.3	2.4	29.9	14.1	2.4	0.0	390.4
2	4.3	5.0	2.3	3.2	15.6	21.6	6.7	11.6	47.0	23.9	7.4	6.7	460.4
3	10.2	10.4	5.1	10.6	24.5	35.5	13.9	21.5	63.9	33.1	12.0	11.6	519.3
5	24.0	22.4	11.5	29.0	45.6	68.5	33.9	45.7	101.4	53.3	22.4	22.0	631.4
7	44.2	39.2	20.1	56.3	76.9	116.3	66.6	81.7	152.4	80.5	36.8	36.2	761.3
9	67.1	73.7	38.3	115.3	142.5	216.9	141.9	158.8	253.4	133.8	65.9	64.7	980.1
Máximo	132.5	113.0	64.5	171.0	266.5	411.0	403.2	391.0	368.5	208.0	185.5	74.0	1,274.1

TABLA 4
 PRECIPITACION (mm) ESPERADA EN MESES CONSECUTIVOS
 COMENZANDO EN EL MES INDICADO

Estación Climatológica LA PIEDAD, Tam. Período: 1953-1990(38 años)

DECIL	No.DE MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	1	0	0	0	0	7	8	1	2	30	14	2	0	
	2	9	11	7	34	33	28	20	59	75	27	18	16	
	3	21	24	42	66	58	56	94	106	92	53	32	32	
	4	40	67	76	90	90	142	140	123	115	72	49	45	
	5	88	100	98	125	190	192	159	143	137	92	60	67	
	6	123	124	133	234	237	212	182	166	165	103	85	109	
	8	187	273	291	303	281	259	234	208	205	190	169	167	
	10	343	342	337	350	329	303	277	296	283	248	236	320	
	12	390	388	383	386	383	399	369	364	368	399	393	391	
	2	1	4	5	2	3	16	22	7	12	47	24	7	7
		2	19	18	16	49	54	48	36	85	100	42	26	25
		3	33	38	59	94	88	86	128	140	121	69	45	45
4		58	87	106	125	129	188	180	161	146	92	66	60	
5		112	133	136	169	241	243	203	183	172	115	79	88	
6		161	165	179	288	294	266	228	210	202	128	109	136	
8		239	330	352	365	343	319	286	255	248	223	211	215	
10		409	407	403	417	397	365	334	350	345	302	292	383	
12		460	458	455	457	454	467	443	439	442	467	463	461	
3		1	10	10	5	11	24	36	14	21	64	33	12	12
		2	29	25	25	63	76	68	53	110	123	55	34	34
		3	44	51	75	120	116	116	158	170	147	84	57	57
	4	75	106	134	158	165	228	216	194	174	110	81	73	
	5	134	164	171	209	286	288	241	219	203	136	95	106	
	6	194	201	221	334	344	314	268	248	234	150	130	160	
	8	285	379	404	418	396	371	329	295	285	251	248	257	
	10	465	462	458	474	455	418	382	397	399	349	342	436	
	12	519	518	515	517	514	525	506	502	505	524	521	519	
	5	1	24	22	11	29	46	68	34	46	101	53	22	22
		2	52	39	46	93	125	117	92	164	170	82	50	53
		3	68	78	109	176	179	180	221	232	199	112	82	83
4		110	142	192	227	242	310	287	261	229	146	112	100	
5		177	225	243	291	375	377	316	290	264	177	128	143	
6		261	277	306	425	441	407	346	324	296	193	172	206	
8		377	473	505	519	499	471	414	374	357	303	321	341	
10		573	567	564	583	566	521	475	485	504	440	438	537	
12		631	631	630	630	630	633	626	625	626	633	632	631	

sis de Homogeneidad o Consistencia, pág.4-19 a 4-32. Editorial Universitaria Potosina. Primera reimpression.

3. CAMPOS A.,D.F. 1988a. Función de Distribución de Probabilidades Gamma Mixta: Soluciones y Aplicaciones. 10° Congreso Nal. de Hidráulica, Tomo II, páginas 318-322. Morelia, Mich.
4. CAMPOS A.,D.F. 1988b. Programa en BASIC para determinar la Fórmula Climática según Sistema de Koppen Modificado. IV Congreso Nal. de Irrigación, pág. 127-132. Reynosa, Tam.
5. CAMPOS A.,D.F. 1990. Análisis Probabilístico de Heladas con base en la Función de Distribución Gamma Mixta. 11° Congreso Nal. de Hidráulica, Tomo II, pág. 250-261. Zacatecas, Zac.
6. COVARRUBIAS R.,J.M. y RODRIGUEZ H.,R. 1990. Sistemas de Producción en --Sorgo de Temporal en el Norte de Tamaulipas. XXIII Congreso Nal. de la --Ciencia del Suelo, pág. 333. Comarca Lagunera, México.
7. DOORENBOS,J. 1976. Agro-meteorological Field Stations. Chapter 8: Interpretation and Use of Data, pp. 71-93. Irrigation and Drainage Paper No. 27, FAO. Rome, Italy.
8. HAAN,C.T. 1977. Statistical Methods in Hydrology. Chapter 6: Some Continuous Probability Distributions, pp. 97-127. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A.
9. KITE,G.W. 1977. Frequency and Risk Analyses in Hydrology. Chapter 9: ---Pearson type III Distributio, pp. 105-122. Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, U.S.A.
10. KOTTEGODA,N.T. 1980. Stochastic Water Resources Technology. Theme 2.3.2: Tests for Randomness and Trend, pp. 31-34. The McMillan Press Ltd. London, England.
11. LINSLEY,R.K., KOHLER,M.A. y PAULUS,J.L.H. 1977. Hidrología para Ingenieros. Capítulo 12: Hidrología Estocástica, pág. 311-330. Editorial McGraw Hill Latinoamericana,S.A. Bogotá, Colombia.
12. MATHER,J.R. 1977. Workbook in Applied Climatology. Exercise II: Climatic Statistics, Homogeneity, pp. 9-14. Laboratory of Climatology, Elmer, New Jersey, U.S.A.
13. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (SARH). 1983. Boletín --Climatológico No. 6, Tomos I y II. México, .D.F.
14. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS (SRH). 1976. Atlas del Agua de la República Mexicana. Capítulo 13: Climas, pág.158-159. México, D.F.
15. THOM,H.C.S. 1971. Some Methods of Climatological Analysis. Theme 3.1.2: The Gamma Distribution, pp. 20-22. Technical Note No. 81, WMO-No. 199, --TP. 103, WMO. Geneva, Switzerland.
16. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1971. Climatic Change. Annexe --III: Standard test of Significance, pp. 58-71. Technical Note No. 79, --WMO-No.195, TP.100. Geneva, Switzerland.
17. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1975. Drought and Agriculture. Chapter 4: Methods of Analysis, pp. 27-52. Technical Note No. 138, WMO--No. 392. Geneva, Switzerland.

AVANCES DE LA INVESTIGACION DEL IMPACTO CLIMATICO DE LA OSCILACION DEL SUR EN EL ESTADO DE NUEVO LEON*

Tereza Cavazos P. **

RESUMEN

Se parte de la hipótesis de que los extremos de la Oscilación del Sur (OS) tienen un efecto modulante en la variabilidad de la lluvia del Noreste de México y una influencia sobre la invasión de Nortes en la región de estudio (Cavazos and Hastenrath, 1990).

La primera etapa de la investigación consistió en crear un banco de datos meteorológicos para Nuevo León. Se procesaron 45 estaciones con más de 20 años de datos de temperatura y precipitación. Posteriormente, se analizaron las condiciones climáticas del estado para el Invierno y el Verano en relación con la circulación general de la atmósfera. En la segunda parte y etapa actual del estudio se correlacionaron las series bimensuales de la precipitación invernal de todas las estaciones con un Índice de la Oscilación del Sur (IOS) definido como positivo cuando la presión es anormalmente Alta/Baja en Tahiti/Darwin. Los análisis revelan un aumento significativo de precipitación durante Enero/Febrero de los eventos de El Niño (también conocidos como ENSO o fase negativa de la OS) en más de la mitad de las estaciones del estado localizadas al norte de la Sierra Madre Oriental. Esto se asocia con la influencia conjugada de los Nortes, típicos por sus vientos fríos y lluvias ligeras, y de la Corriente de Chorro Subtropical la cual se intensifica durante los eventos ENSO.

En la siguiente etapa se analizarán los años con eventos moderados y fuertes de ENSO y no-ENSO y sus posibles relaciones con los Nortes y las heladas en la región. La investigación completa, que incluye también el análisis climático del verano y las Canículas, planea concluirse a finales de 1992.

* Se presenta solo el resumen porque el trabajo completo se publicará en la Revista Geofísica Internacional

** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
A.P. # 41

67700 Linares, N.L. [Tel. 91(821)24895, FAX: 24251]

ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS INTENSIDAD-PERÍODO DE RETORNO PARA EL ESTADO DE NUEVO LEÓN*

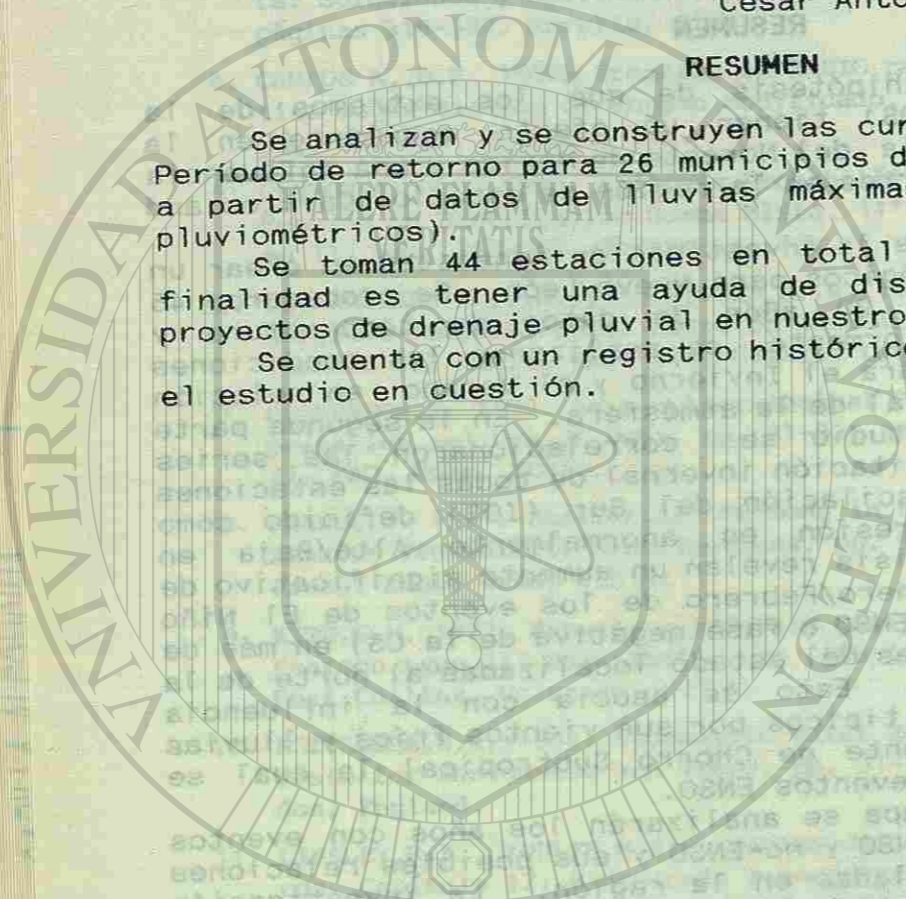
Raúl Conde Rivera **
César Antonio Juárez Alvarado ***

RESUMEN

Se analizan y se construyen las curvas Intensidad-Duración Período de retorno para 26 municipios del estado de Nuevo León a partir de datos de lluvias máximas en 24 horas. (datos pluviométricos).

Se toman 44 estaciones en total para el estudio, cuya finalidad es tener una ayuda de diseño mas real para los proyectos de drenaje pluvial en nuestro estado.

Se cuenta con un registro histórico promedio de 27 años en el estudio en cuestión.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL DE

* No se presentó el trabajo completo
** Maestro de la Facultad de Ingeniería Civil, U.A.N.L.
*** Personal no Docente, Instituto de Ingeniería Civil

II SIMPOSIO REGIONAL SOBRE AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION

DEL CLIMA Y DEL AGUA EN EL NORESTE DE MEXICO

7 y 8 de Octubre de 1991. Linares, Nuevo León.

ANÁLISIS DE SEQUÍAS EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA LA PIEDAD, TAM.

2: METODO DE HERBST, BREDEKAMP Y BARKER

Dr. Daniel Fco. Campos Aranda

Profesor de Agroclimatología
Facultad de Ingeniería de la U.A.S.L.P.

Genaro Codina # 240-altos
Col. Jardines del Estadio
78280 San Luis Potosí, S.L.P.
Tel. 91(48)15-14-31

RESUMEN

Uno de los análisis más sencillos encaminados a caracterizar los períodos de sequía es el propuesto por P.H. Herbst, D.B. Bredenkamp y H.M.G. Barker en 1966, el cual emplea únicamente el registro de lluvia mensual. El método define los períodos de sequía y estima su intensidad o severidad con fines de comparación regional o histórica. Aunque el método no requiere de un balance hídrico edafológico, hace uso del efecto de almacenamiento e introduce el término precipitación efectiva, la cual es función de la lluvia ocurrida y del efecto de déficit o exceso de la lluvia en el mes anterior. Con el objeto de comprobar la bondad del método, se compararon sus resultados con los del ejemplo desarrollado por W.C. Palmer con su método, obteniéndose una buena similitud, lo cual da confianza al criterio expuesto, ya que el método de Palmer es mucho más elaborado. El método de Herbst et al. es fácilmente programable en su primera etapa, que es la más laboriosa; la segunda etapa, es más conveniente llevarla a cabo manualmente y por ello se ilustra con detalle la aplicación del método a la estación climatológica La Piedad, del municipio de San Fernando, Tam. Por último, se discuten los resultados y se establecen las recomendaciones para el uso extensivo del método descrito.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

1.1 HIPÓTESIS BÁSICAS

Herbst et al. (1966) consideran que la agricultura de una región está adaptada al modelo climático prevaleciente, de manera que la máxima ventaja se obtiene de los meses con alto promedio de precipitación, pero que debido a la variación de la precipitación media mensual una sequía estacional de una cierta intensidad y duración es característica normal del clima.

Además, como la lluvia de cualquier mes varía de año a año, se considera -- que la agricultura está ajustada a la variabilidad promedio y por ello, solamente los déficits de precipitación que exceden al promedio serán incluidos en la evaluación de la sequía.

También se considera que los beneficios a la vegetación por precipitaciones mayores que el promedio persisten por algún tiempo después de ocurrida ésta, debido al almacenamiento de humedad en el suelo y por el contrario, la recuperación de la vegetación después de una sequía no es inmediata, el efecto de deterioro persiste por algún tiempo después que las precipitaciones ya son adecuadas. Por ello, Herbst et al. (1966) proponen para tomar en cuenta tal efecto de almacenamiento, el llamado 'Factor de Ponderación W(t)' definido por la ecuación siguiente:

$$W(t) = 0.10 \left(1 + \frac{P(t)}{PMA/12} \right) \quad (1)$$

donde:

W(t) = factor de ponderación para el mes t, adimensional.
P(t) = precipitación promedio mensual del mes t, en milímetros.
PMA = precipitación media anual, en milímetros.

1.2 PRECIPITACIÓN EFECTIVA Y PARÁMETROS BÁSICOS

El valor de W(t) varía de un poco más de 0.10 a 0.40 para un mes de precipitación excesiva y su aplicación se lleva a cabo de la manera siguiente: empezando en el primer mes de enero del registro, se le resta el valor de su precipitación media mensual, la diferencia, positiva o negativa, se multiplica por el factor de ponderación de febrero y el producto se suma algebraicamente a la precipitación de febrero. Al valor corregido de lluvia de febrero o 'lluvia efectiva', se le resta su precipitación media mensual, la diferencia se multiplica por el factor de ponderación de marzo y se suma a la precipitación de tal mes. El proceso continúa para obtener la precipitación efectiva mensual de todo el registro. El procedimiento anterior acepta un efecto de almacenamiento nulo para el primer mes de enero, de manera que la precipitación efectiva es igual a la registrada.

A partir de las diferencias calculadas entre las precipitaciones efectivas y la media mensual, se calcula el Déficit Medio Mensual (DMM), las diferencias negativas son sumadas y las positivas se contabilizan como ceros. La suma de los doce valores de DMM, conduce al Déficit Medio Anual (DMA). Las diferencias citadas serán utilizadas en varias pruebas y únicamente se designarán como 'diferencias'.

Otra serie de parámetros necesarios para las pruebas de inicio y final de una sequía, son los doce valores de más alta precipitación media mensual en

un mes, en dos y así sucesivamente hasta sumar doce valores, lo cual es equivalente a la PMA.

1.3 PRUEBAS PARA DETERMINAR EL INICIO DE LA SEQUÍA

La prueba está basada en la comparación de la suma de las diferencias, desde un determinado mes con una escala deslizante de doce valores calculados por interpolación lineal entre la precipitación máxima media mensual (PMMM) y el valor del DMA. Un incremento mensual 'x' se obtiene con la fórmula:

$$x = (DMA - PMMM)/11 \quad (2)$$

El primer valor de la escala deslizante es igual a PMMM, el segundo se obtiene sumando x a PMMM, el tercero sumando 2x y así hasta PMMM+11x que equivale al DMA.

La prueba de inicio de la sequía comienza a partir del primer mes del registro que presenta una diferencia negativa. El valor absoluto de la diferencia negativa se compara con el primer valor de la escala deslizante, que es PMMM y si esta última magnitud es igualada se considera que la sequía ha comenzado. Lo anterior es sumamente raro pues equivale a no tener lluvia en el mes que normalmente recibe la mayor cantidad.

Si PMMM no fue igualada, la diferencia del mes siguiente se analiza y, si es negativa, se suma y compara con PMMM+x; si este último valor fue excedido por la magnitud absoluta de los dos déficits sumados, se dice que una sequía ha comenzado en el primer mes. En resumen, si en cualquier mes n el valor de las sumas de las diferencias negativas excede a la cantidad definida por PMMM+(n-1)x, se dice que una sequía comenzó en el primer mes analizado.

Simultáneamente con la prueba anterior, se van sumando algebraicamente las diferencias desde el primer mes y si en cualquier tiempo durante las once pruebas la suma llega a ser positiva se dice que la sequía ha terminado y la prueba de inicio debe recomenzar en el siguiente mes con diferencia negativa.

1.4 PRUEBAS PARA DETERMINAR EL FINAL DE LA SEQUÍA

Estas pruebas se aplican al período que sigue al mes con una diferencia positiva, después que ha comenzado una sequía, debiéndose cumplir primeramente que al menos uno de los dos meses que siguen al inicial tenga también diferencia positiva, sino es así la prueba inicia en el segundo mes con diferencia positiva.

Cumpliendo con la condición anterior, dos pruebas son aplicadas simultáneamente. La primera fue diseñada para establecer cuándo una secuencia o racha de precipitación superior a la media mensual, simplemente constituye una interrupción o suspensión de la sequía, más que una terminación. La prueba es llevada a cabo sumando todas las diferencias algebraicamente desde el primer mes hasta el n-ésimo, y si la suma llega a ser negativa antes de cumplirse una condición de término o final por la segunda prueba, entonces la sequía sólo ha sido interrumpida temporalmente.

La segunda prueba consiste en diez pruebas secuenciales y consiste en sumar primeramente la precipitación del primero al tercer mes y compararla con la

suma de los tres más grandes valores de precipitación media mensual. Si la precipitación fue mayor, se considera que la sequía terminó, pero si nó, entonces la suma de los cuatro primeros meses se compara con la suma de los cuatro más grandes valores de precipitación media mensual y así sucesivamente hasta sumar doce meses y comparar tal magnitud con la PMA; cuando el primer valor calculado excede al segundo, la sequía termina en el mes que inició la prueba múltiple, o bien, las condiciones de sequía se han vuelto a asumir después de una interrupción temporal.

1.5 INDICE DE SEVERIDAD DE LAS SEQUIAS

Este índice es determinado calculando el promedio mensual de intensidad de sequía (S), definido como el cociente entre la suma de déficits más allá de los déficits medios mensuales, o excesos, y la suma de los déficits medios mensuales para el mismo período de la sequía. Al multiplicar el valor anterior por el número de meses de la sequía (D), se obtiene el Índice de Severidad de la Sequía (IS), según Herbst et al. (1966).

2. CONTRASTE DEL METODO

Con la idea fundamental de comprobar la calidad general del método de Herbst et al. (1966), se utilizaron los datos incluidos en el reporte de Palmer (1965), para calcular las diferencias en los períodos detectados de fuerte sequía con el método de Palmer, que es mucho más elaborado. Los resultados para los dos períodos de más severa sequía que ocurrieron en dos zonas de los Estados Unidos de América, se muestran en las figuras 1 y 2.

A partir de las figuras 1 y 2, se concluye que el método de Herbst et al. (1966) reproduce bastante bien las llamadas por Palmer, anomalías de la precipitación mensual y por lo tanto, constituye un buen método de detección de los períodos de sequía, que tiene como ventaja relevante sobre el método de Palmer (Palmer, 1965; WMO, 1975; Alley, 1984), su enorme sencillez y facilidad de aplicación, pues sólo requiere de los datos de precipitación mensual.

3. APLICACION DEL METODO

3.1 GENERALIDADES

Al aplicar el procedimiento del método de Herbst et al. (1966) a los datos de la estación climatológica La Piedad, del municipio de San Fernando, Tamaulipas, concentrados en la Tabla 1, se definieron los parámetros básicos siguientes:

MES	W(t)	PM	DMM	MES	W(t)	PM	DMM
ENE	0.165	35.845	-15.246	JUL	0.203	56.895	-28.865
FEB	0.157	31.258	-12.538	AGO	0.222	66.963	-30.314
MAR	0.129	16.089	-6.874	SEP	0.327	125.126	-41.449
ABR	0.184	45.968	-19.853	OCT	0.219	65.408	-22.490
MAY	0.215	63.276	-22.975	NOV	0.154	29.534	-12.085
JUN	0.273	95.068	-37.668	DIC	0.152	28.813	-10.379

PMA = 660.2 mm PMMM = 125.126 mm DMA = -260.735 x = 12.328

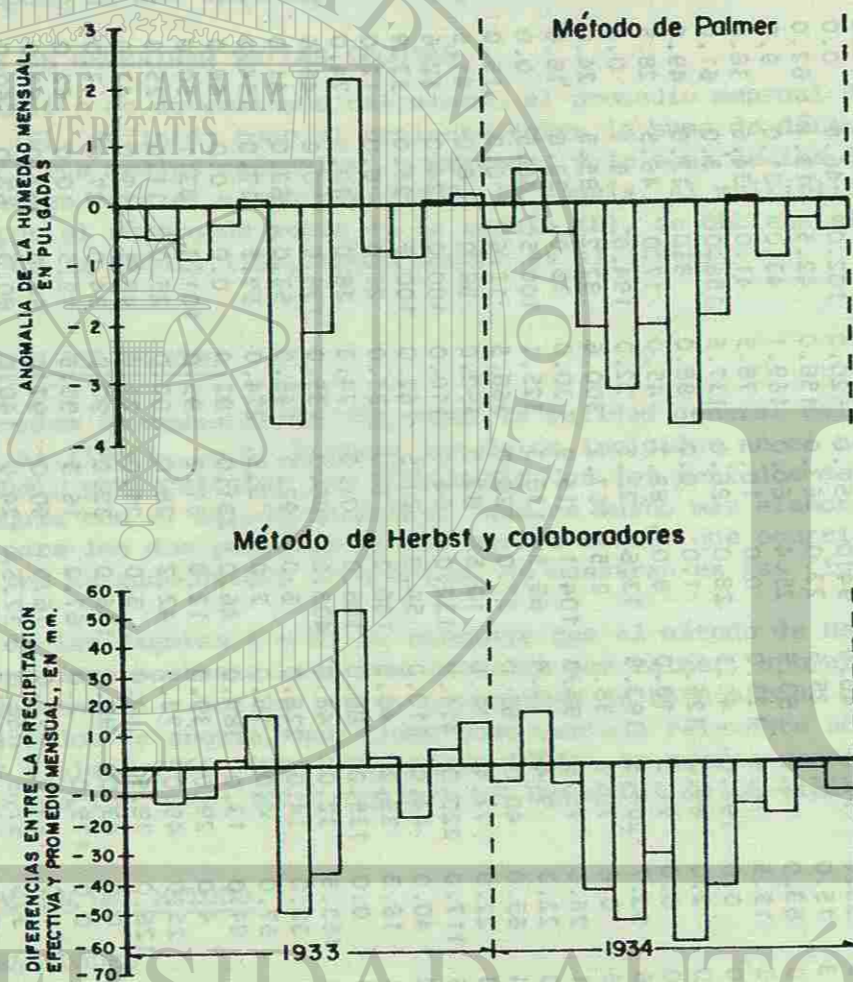
PRECIPITACION MENSUAL (mm) EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA LA PIEDAD, TAM.

TABLA 1
PRECIPITACION MENSUAL (mm) EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA LA PIEDAD, TAM.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1953	5.0	1.5	14.0	67.5	4.0	0.0	32.5	89.5	17.0	157.5	15.0	12.0	415.5
1954	0.0	0.0	2.5	62.5	41.0	179.0	1.0	92.5	51.5	86.0	42.0	0.0	558.0
1955	32.0	19.0	2.0	6.0	6.6	2.5	8.3	15.8	303.0	42.0	16.5	4.0	457.7
1956	3.5	2.0	40.0	129.5	72.5	40.5	32.5	4.0	40.5	47.5	9.0	1.0	422.5
1957	2.0	113.0	16.0	146.0	58.0	75.0	0.0	52.0	73.0	22.0	45.0	9.7	611.7
1958	101.5	50.0	12.0	0.0	63.0	54.0	67.0	0.0	169.0	208.0	47.0	18.8	790.3
1959	32.0	66.0	14.0	23.0	11.0	140.0	94.0	57.0	20.0	102.0	46.0	0.0	605.0
1960	4.1	27.0	7.3	15.0	9.5	25.5	22.0	163.0	156.0	42.5	13.1	62.0	547.0
1961	52.0	0.5	5.0	63.0	4.0	53.5	25.4	60.0	169.1	43.0	31.0	9.8	516.3
1962	5.0	0.0	17.5	15.5	78.5	123.0	0.0	10.5	78.5	41.0	34.5	38.0	442.0
1963	7.0	19.5	6.0	0.0	194.0	40.5	28.0	26.0	137.5	156.0	2.0	61.0	677.5
1964	6.0	22.5	2.0	2.0	69.0	125.0	1.0	0.0	88.0	8.0	13.0	49.0	385.5
1965	2.5	0.0	13.0	0.0	91.0	18.0	8.0	88.7	45.0	17.0	46.5	28.5	358.2
1966	93.4	78.0	61.6	52.7	266.5	193.8	73.6	23.5	22.0	194.0	6.1	0.5	1,065.7
1967	45.0	15.9	41.6	0.6	70.7	35.1	2.5	167.2	300.6	82.2	185.5	24.0	970.9
1968	43.8	17.7	19.1	26.0	75.8	94.3	104.1	15.9	30.0	35.0	38.6	18.6	518.9
1969	11.7	63.3	31.0	22.3	9.4	18.4	68.5	138.3	325.1	100.5	46.5	0.0	835.0
1970	75.0	22.5	17.4	65.0	40.0	63.0	37.0	20.0	368.5	12.6	0.0	16.0	737.0
1971	0.0	13.8	0.0	22.0	71.4	111.0	10.5	82.0	352.0	88.0	6.0	41.5	798.2
1972	19.0	21.0	64.5	117.0	229.0	411.0	132.0	34.0	110.0	100.0	24.0	12.6	1,274.1
1973	96.0	111.0	2.0	40.0	44.0	310.0	54.0	83.5	62.0	100.5	25.0	33.9	961.9
1974	21.0	7.3	41.2	18.3	35.2	40.5	100.2	0.0	31.0	25.0	0.0	12.0	331.7
1975	12.0	0.0	0.0	0.0	135.0	80.0	185.0	301.0	74.0	28.0	10.0	74.0	899.0
1976	0.0	0.0	38.0	163.5	32.0	46.0	403.2	100.0	135.0	136.0	70.0	46.6	1,170.3
1977	34.6	21.0	11.0	38.0	14.0	228.0	5.0	192.0	146.0	53.0	62.0	41.0	845.6
1978	23.0	29.0	4.0	67.0	4.0	16.0	3.0	5.5	274.0	59.5	17.0	54.0	556.0
1979	36.0	46.0	2.0	81.0	13.0	384.0	46.0	391.0	92.0	0.0	0.0	68.0	1,159.0
1980	60.0	59.0	5.0	4.0	29.0	39.0	12.0	31.2	95.0	101.2	83.1	50.0	568.5
1981	48.0	32.0	11.0	25.0	49.0	72.3	42.2	26.0	100.0	25.0	11.0	25.0	466.5
1982	0.0	72.0	2.0	126.0	78.5	0.0	3.0	21.0	21.0	48.5	15.0	42.0	429.0
1983	14.5	51.5	24.0	0.0	43.0	99.5	156.0	32.0	97.0	34.0	27.0	7.0	585.5
1984	132.5	6.0	0.0	0.0	175.0	2.0	67.0	16.5	199.5	19.5	10.0	62.0	690.0
1985	65.0	19.0	20.5	171.0	124.0	97.0	76.0	60.0	97.0	56.0	7.0	57.0	849.5
1986	0.0	20.0	0.0	3.0	57.5	40.0	37.5	24.0	140.0	80.0	62.0	60.0	524.0
1987	59.5	34.0	12.5	12.0	58.5	191.0	65.5	5.0	111.5	4.0	27.5	13.5	594.5
1988	89.5	60.5	44.5	45.0	35.2	62.5	8.0	25.7	164.8	41.2	7.1	24.5	608.5
1989	108.1	13.8	7.2	64.6	12.7	78.7	140.0	71.7	35.3	73.4	7.1	0.0	612.6
1990	21.9	52.5	0.0	52.8	0.0	23.0	10.5	18.7	23.4	15.9	14.2	17.4	250.3
PROM	35.8	31.3	16.1	46.0	63.3	95.1	56.9	67.0	125.1	65.4	29.5	28.8	660.2

Con base en los parámetros anteriores, se calcularon los límites cuantitativos para las pruebas de inicio y terminación de las sequías, los resultados se han concentrado en la Fig. 3, en la cual también se han indicado los índices de severidad correspondientes a cada período de sequía detectado.

Fig. 1
REPRESENTACION DE LA SEQUIA EN EL OESTE DE KANSAS, U.S.A.



3.2 COMENTARIOS

Los resultados de la aplicación del método de Herbst et al. (1966), deben ser valorados en dos aspectos, uno de ellos, el gráfico, permite visualizar muy claramente los períodos de sequía, a través de los excesos de las llamadas **diferencias**, éstos en sí mismos dan una idea de la severidad de la sequía. El otro aspecto es el cuantitativo, por medio del índice de severidad y otros valores relacionados con la definición de cada sequía, por ejemplo, su duración, lluvia acumulada, número de meses con excesos, etc.

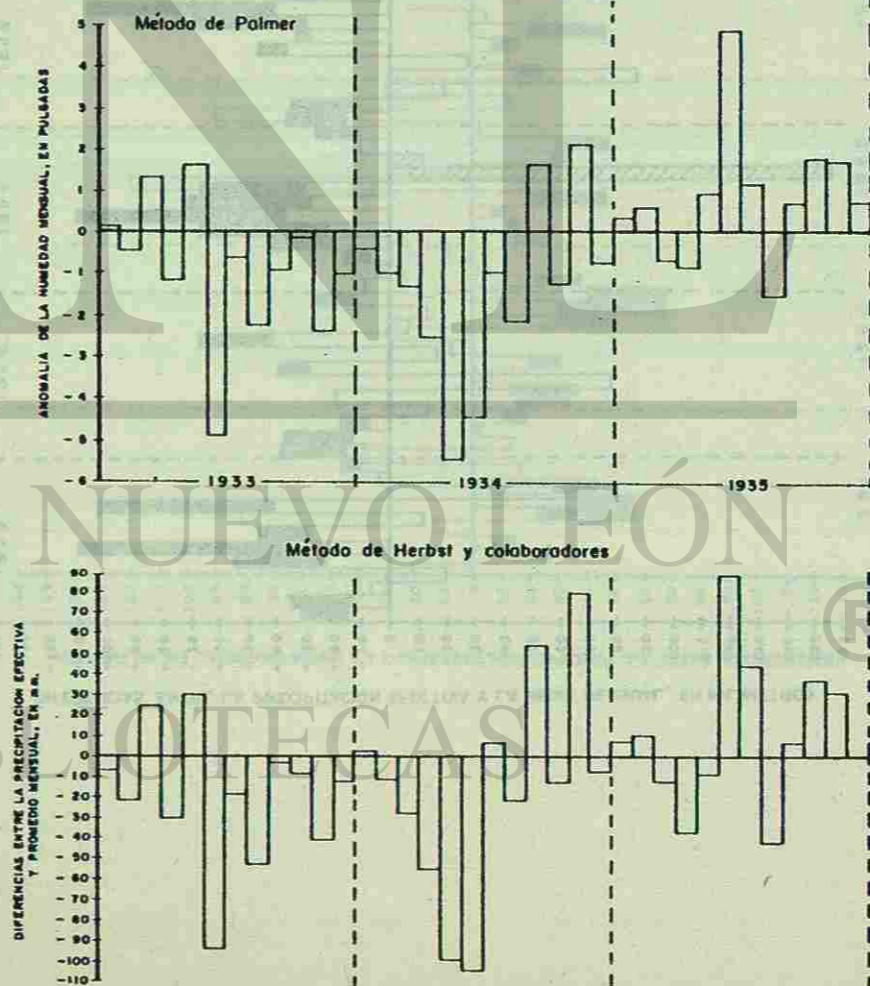
Todo lo anterior destaca la utilidad del método descrito, en el análisis cuantitativo de las sequías y en general en la caracterización del clima de una zona, recomendándose por lo tanto, su aplicación extensiva a fin de ir acumulando experiencias con su uso.

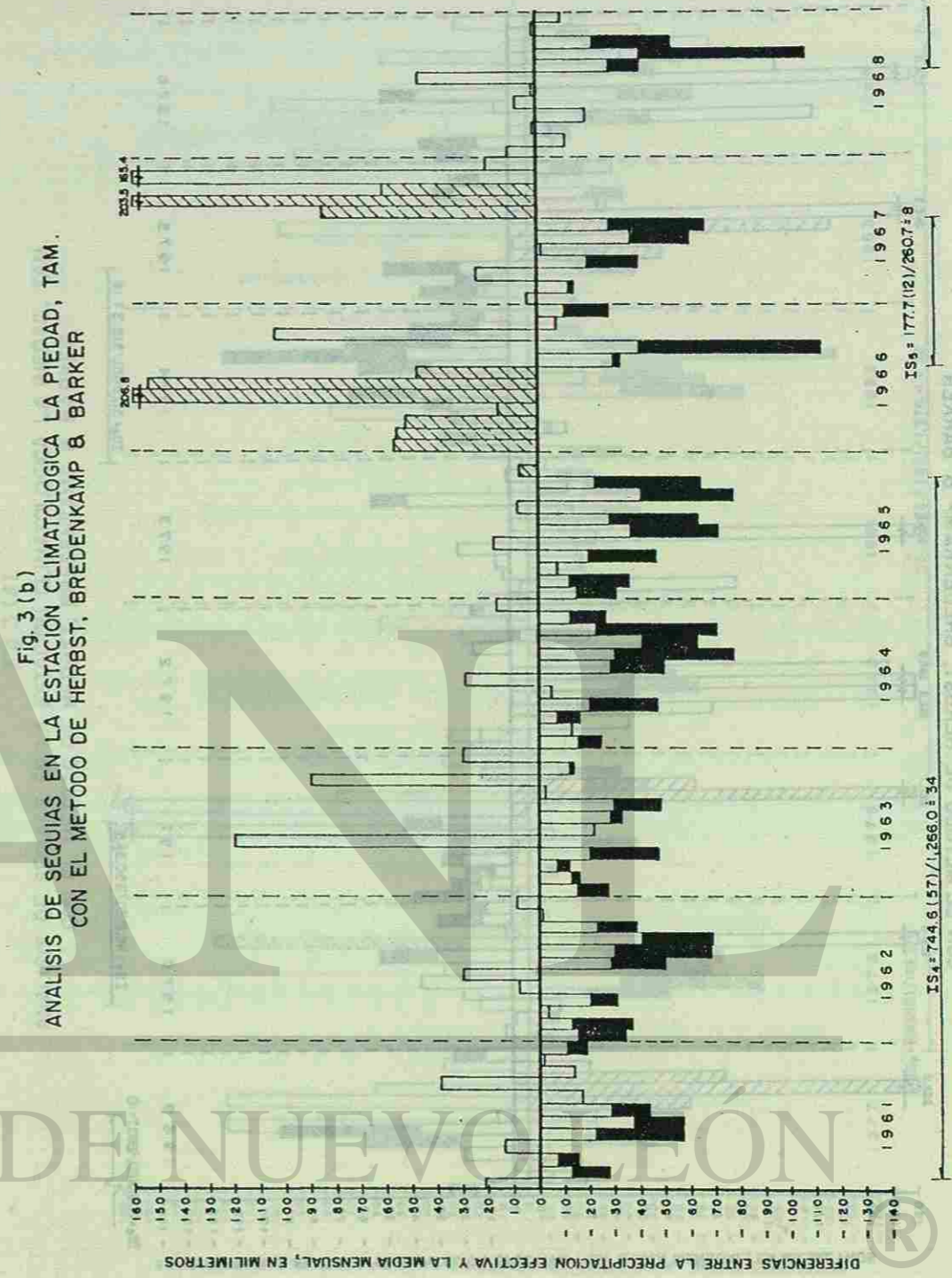
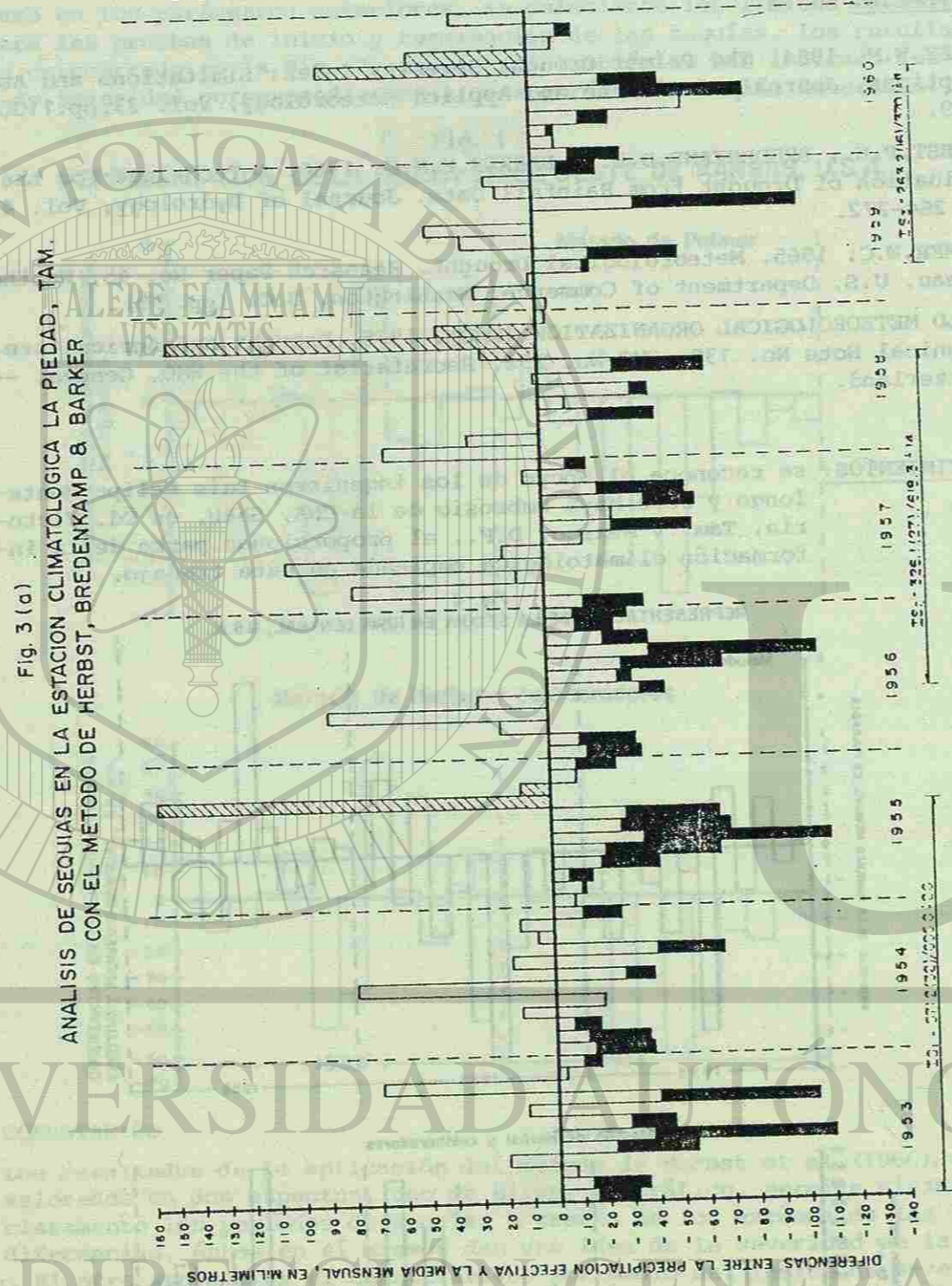
BIBLIOGRAFIA:

1. ALLEY, W.M. 1984. The Palmer Drought Severity Index: Limitations and Assumptions. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, Vol. 23, pp. 1100-1109.
2. HERBST, P.H., BREDEKAMP, D.B. & BARKER, H.M.G. 1966. A Technique for the Evaluation of Drought from Rainfall Data. *Journal of Hydrology*, Vol. 4, pp. 264-272.
3. PALMER, W.C. 1965. *Meteorological Drought*. Research Paper No. 45, Weather Bureau. U.S. Department of Commerce. Washington, D.C. (pp. 59).
4. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1975. *Drought and Agriculture*. Technical Note No. 138, WMO-No. 392. Secretariat of the WMO, Geneva, Switzerland.

AGRADECIMIENTOS: se reconoce el apoyo de los ingenieros Luis Felipe Montelongo y José Maya Ambrosio de la CNA, SARH, en Cd. Victoria, Tam. y México, D.F., al proporcionar parte de la información climatológica empleada en este trabajo.

Fig. 2
REPRESENTACION DE LA SEQUIA EN IOWA CENTRAL, U.S.A.





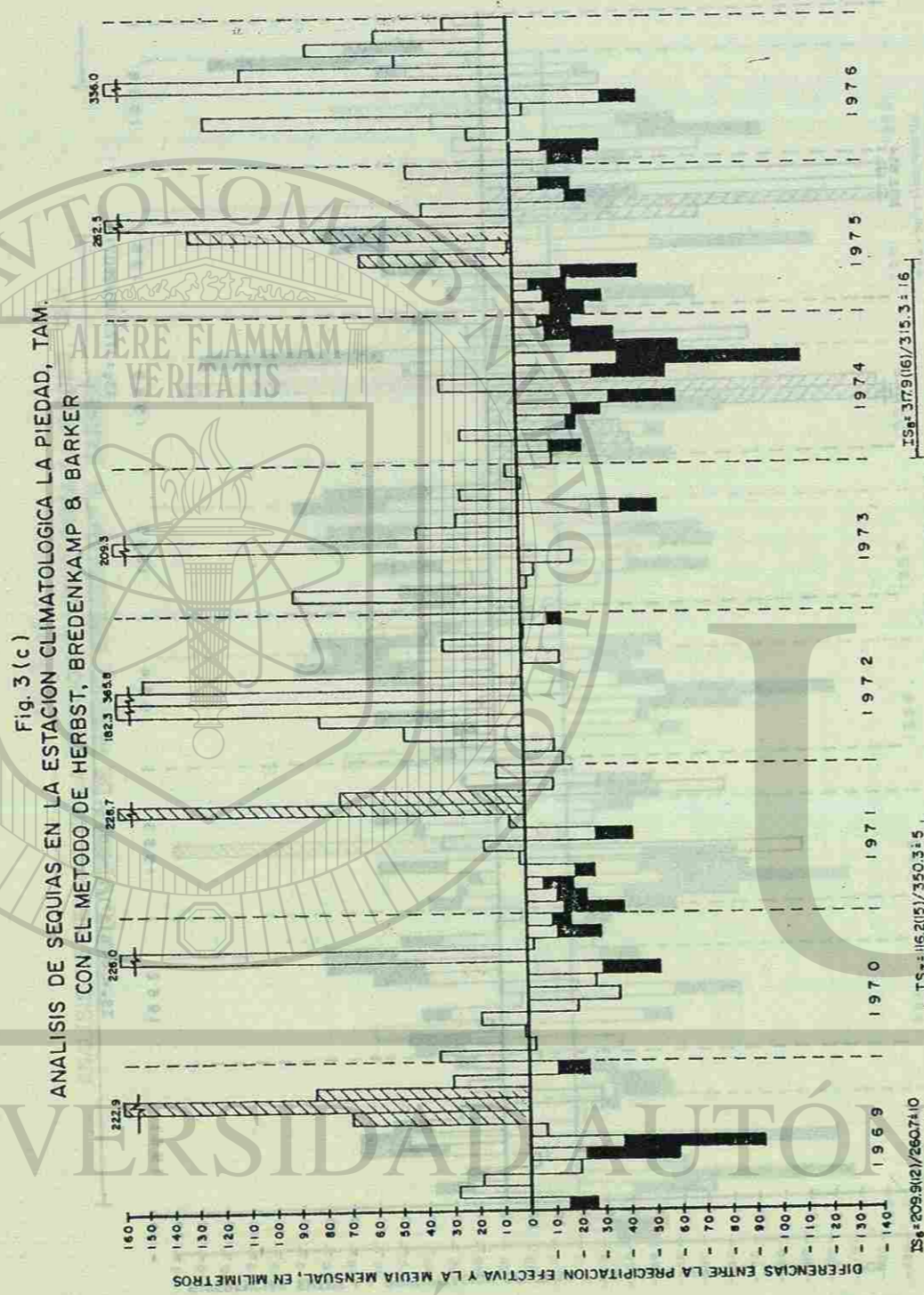


Fig. 3 (d)
ANÁLISIS DE SEQUÍAS EN LA ESTACION CLIMATOLÓGICA LA PIEDAD, TAM.
CON EL METODO DE HERBST, BREDEKAMP & BARKER

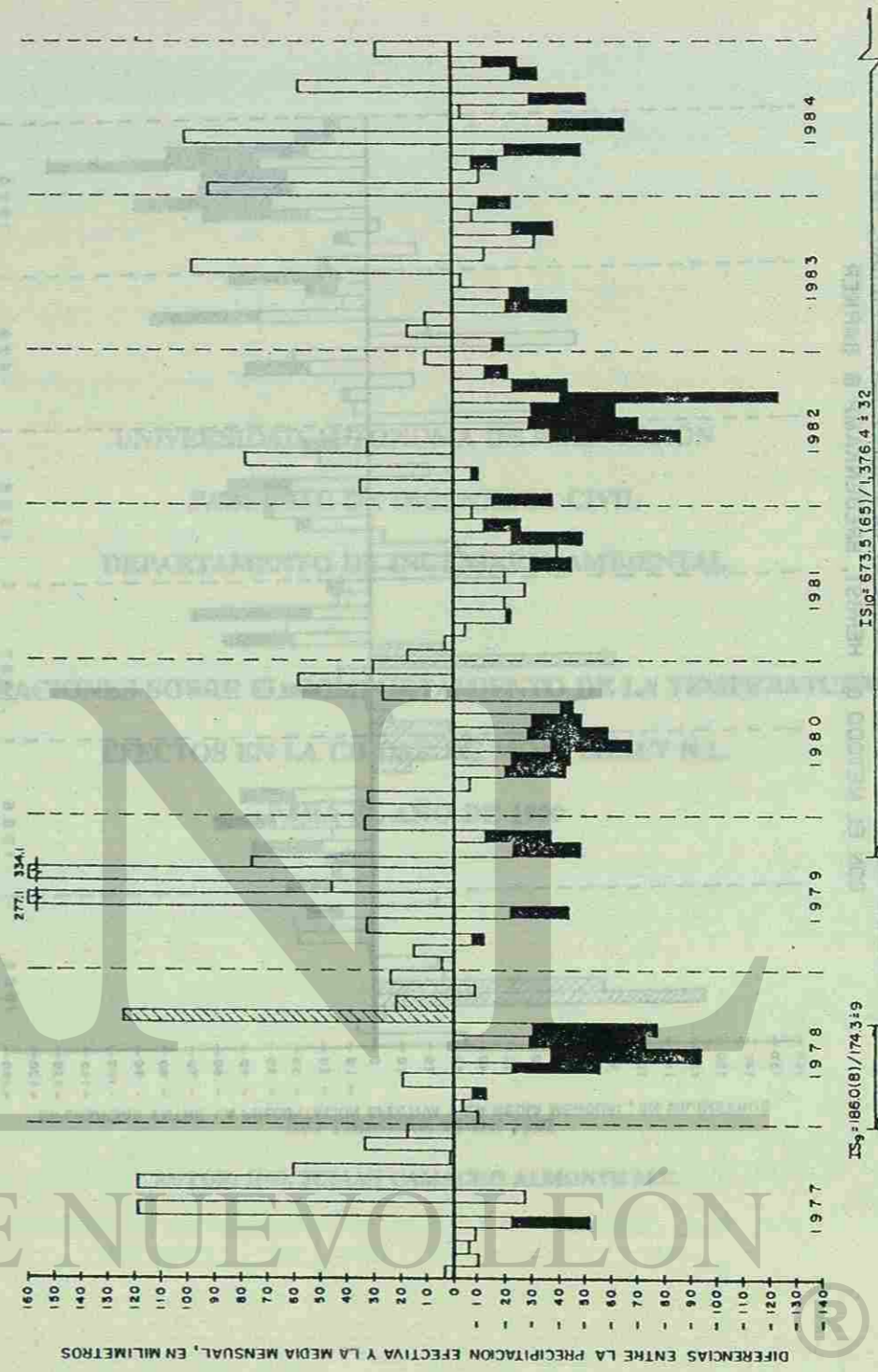
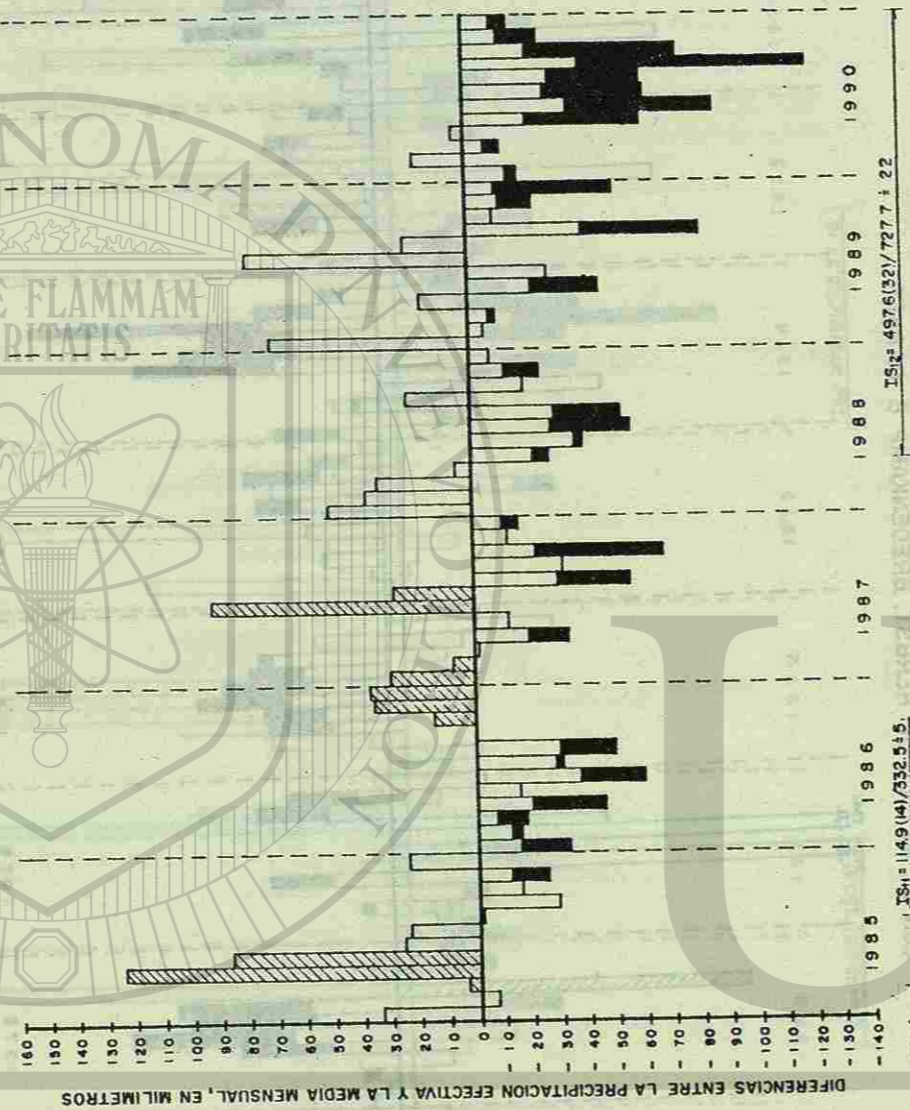


Fig. 3 (e)
ANÁLISIS DE SEQUÍAS EN LA ESTACION CLIMATOLÓGICA LA PIEDAD, TAM.
CON EL METODO DE HERBST, BREDEKAMP & BARKER



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

CONSIDERACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA Y SUS
EFECTOS EN LA CIUDAD DE MONTERREY N.L.
PARA EL AÑO DE 1990

SEPTIEMBRE 20 DE 1991

AUTOR: ING. JULIAN CAMACHO ALMONTE M.C.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TITULO: CONSIDERACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA Y SUS EFECTOS EN LA CIUDAD DE MONTERREY, N.L. MEXICO

AUTOR: ING. JULIAN CAMACHO ALMONTE

RESUMEN: SE ESTABLECE UNA CORRELACION MUY ESTRECHA ENTRE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA EN CIERTOS MESES DEL AÑO DE 1990: JUNIO CON -.96 DE COEFICIENTE DE CORRELACION, JULIO CON -.96, AGOSTO CON -.94 Y SEPTIEMBRE CON -.85.

SE HIZO UN ANALISIS DE VARIANZA POR BLOQUES DE TRES TEMPERATURAS RECABADAS EN TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS. UNA DE ELLAS URBANA (CENTRO) Y LAS OTRAS SEMIURBANAS (FAMA Y TORRES). ENTRE LOS VALORES MAS BAJOS DE F_r (ANALISIS DE VARIANZA) CORRESPONDIERON A LOS MESES DE JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE DE 1990. SI SE RECUERDA QUE UN VALOR BAJO DE F_r SIGNIFICA QUE NO HAY MUCHA DIFERENCIA EN LAS TEMPERATURAS ENTRE LAS ESTACIONES, SE PODRA DECIR QUE LA DEPENDENCIA ENTRE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA SE DA CUANDO NO HAY MUCHA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS ENTRE LAS ESTACIONES.

SE CALCULARON TEMPERATURAS PROMEDIO CADA HORA, ES DECIR, PARA UN MES DE 31 DIAS, POR EJEMPLO, SE SUMAN LAS 31 LECTURAS DE LA HORA 00:00 Y SE DIVIDE ENTRE 31. ASI SE ENCUENTRAN LAS DEMAS TEMPERATURAS RESTANTES. DESPUES SE CALCULARON LAS DIFERENCIAS DE TEMPERATURAS PROMEDIO ENTRE LAS DISTINTAS ESTACIONES. LA MENOR DIFERENCIA SE DIO EN LOS MESES DE JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE COMO SE HABIA ANOTADO ARRIBA.

SE COMPARARON LOS PROMEDIOS DE PARTICULAS EN SUSPENSION TOTALES RECABADOS EN LA ESTACION CENTRO DURANTE EL AÑO DE 1990. SE ENCONTRO QUE LOS MESES DE MENOR VALOR DE PTS (PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION) FUERON LOS MESES DE JUNIO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE Y NOVIEMBRE.

OBJETIVOS: UN OBJETIVO DEL PRESENTE TRABAJO ES ENCONTRAR RELACIONES ENTRE LOS DISTINTOS PARAMETROS QUE SE RECABAN EN TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS QUE SE ENCUENTRAN UBICADAS EN LA CIUDAD DE MONTERREY, N.L.

OTRO OBJETIVO ES RELACIONAR ESTOS PARAMETROS METEOROLOGICOS CON EL NIVEL DE PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (PTS) MEDIDO EN UN MUESTREADOR SITUADO EN LA ESTACION "CENTRO".

INTRODUCCION: ESTA AMPLIAMENTE RECONOCIDO QUE LAS CIUDADES SUELEN SER MAS CALIENTES QUE EL CAMPO ALREDEDOR DE ELLAS. SE HAN EFECTUADO ESTUDIOS METEOROLOGICOS ENCAMINADOS A CONTESTAR ESTAS PREGUNTAS EN VARIAS CIUDADES, SIN EMBARGO ALGO ESTA BIEN CLARO, LAS CIUDADES DIFIEREN DEL CAMPO NO SOLO EN TEMPERATURA, SINO TAMBIEN EN OTROS ASPECTOS DEL CLIMA.

PARA EL PRESENTE ESTUDIO SE UTILIZARON LAS CIFRAS GENERADAS EN TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA CIUDAD DE MONTERREY, N.L. MEXICO. UNA DE ESTAS ESTACIONES ES LA ESTACION "CENTRO" QUE SE SITUA EN EL EDIFICIO DE INGENIERIA AMBIENTAL DE LA U.A.N.L. QUE SE ENCUENTRA EN LA CALLE DE JIMENEZ NORTE # 220 EN EL CENTRO DE LA CIUDAD.

OTRA ESTACION "LA FAMA" SE ENCUENTRA EN UNO DE LOS EDIFICIOS DE LA PREPARATORIA # 23 DE LA U.A.N.L., SITUADA EN EL MUNICIPIO DE LA FAMA, N.L., EN EL EXTREMO PONIENTE DE LA CIUDAD.

LA TERCERA ESTACION "LAS TORRES", SE ENCUENTRE EN EL EDIFICIO DE ARTES VISUALES DE LA U.A.N.L., SITUADA EN LA AVENIDA LAZARO CARDENAS (ANTES AVENIDA LAS TORRES) EN LA PARTE SUR DE LA CIUDAD DE MONTERREY.

METODOLOGIA UTILIZADA: LA METODOLOGIA QUE SE SIGUIO FUE UN TRATAMIENTO ESTADISTICO A LAS CIFRAS QUE SE RECABAN EN LAS ESTACIONES: CENTRO, FAMA Y TORRES. ESTAS ESTACIONES GENERAN DATOS HORARIOS DE LOS SIGUIENTES PARAMETROS: HORA, VELOCIDAD DE VIENTO, DIRECCION DE VIENTO, TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, PRESION, PRECIPITACION Y RADIACION SOLAR (ESTE ULTIMO PARAMETRO NO SE RECABA POR DESPERFECTOS EN LA ESTACION "LAS TORRES").

SE APOYO EN PAQUETES ESTADISTICOS COMPUTACIONALES Y DEL LENGUAJE BASIC PARA LOS PROGRAMAS QUE FUERON NECESARIOS ELABORAR.

RESULTADOS: SE PROCEDIO A HACER CORRELACIONES PARA CADA MES Y PARA CADA ESTACION, CONSIDERANDO LA TEMPERATURA COMO VARIABLE DEPENDIENTE. LA VARIABLE INDEPENDIENTE FUE LA VELOCIDAD DE VIENTO (VV), POSTERIORMENTE SE TOMO LA HUMEDAD RELATIVA (HR) COMO VARIABLE INDEPENDIENTE, DESPUES LA PRESION (PR) Y FINALMENTE LA RADIACION SOLAR (RS).

A CONTINUACION SE HICIERON CORRELACIONES CONSIDERANDO NUEVAMENTE LA TE COMO VARIABLE DEPENDIENTE. LAS VARIABLES INDEPENDIENTES FUERON AHORA: VV,HR; VV,PR; VV,RS; HR,PR; HR,RS Y PR,RS.

LUEGO SE HICIERON CORRELACIONES CONSIDERANDO LA TE COMO VARIABLE DEPENDIENTE. LAS VARIABLES INDEPENDIENTES FUERON AHORA LAS SIGUIENTES: VV,HR,PR; VV,HR,RS; VV,PR,RS Y HR,PR,RS.

FINALMENTE SE HICIERON CORRELACIONES CONSIDERANDO LA TE COMO VARIABLE DEPENDIENTE. LAS VARIABLES INDEPENDIENTES FUERON EN ESTE CASO: VV, HR, PR, RS.

LOS COEFICIENTES DE DETERMINACION MULTIPLE (CUADRADO DEL COEFICIENTE DE CORRELACION MULTIPLE) CALCULADOS NO SE ENCUENTRAN EN EL PRESENTE ESCRITO. SE GRAFICO LA PRIMERA COLUMNA DE LOS COEFICIENTES DE DETERMINACION PARA LAS TRES ESTACIONES EN FORMA INDIVIDUAL. EN EL EJE DE LAS ABCISAS APARECE HASTA EL MES 48 DEBIDO A QUE EN UNA MISMA GRAFICA SE CONSIDERARON CUATRO CORRELACIONES: TOMANDO VV COMO VARIABLE INDEPENDIENTE (12 MESES). LUEGO VV, HR (12 AL 24 MES). DESPUES VV, HR, PR (24 AL 36 MES). Y FINALMENTE VV, HR, PR, RS (36 AL 48 MES). LA VARIABLE DEPENDIENTE FUE LA TE. TODAS LAS CORRELACIONES PERTENECIENTES AL PERIODO ESTUDIADO DE 1991. ESTAS GRAFICAS APARECEN EN LAS PAGINAS 5, 6 Y 7.

SE GRAFICARON LOS VALORES DE LA TEMPERATURA PROMEDIO, HUMEDAD RELATIVA, PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (PTS) Y LOS VALORES DE F_r (ANALISIS DE VARIANZA DE LA TEMPERATURA DE LAS TRES ESTACIONES). TODAS ESTAS CIFRAS PARA EL PERIODO DE 1990. ESTAS GRAFICAS APARECEN EN LAS PAGINAS 8, 9, 10 Y 11 RESPECTIVAMENTE.

SE CALCULARON TEMPERATURAS PROMEDIO CADA HORA, ES DECIR, PARA UN MES DE 31 DIAS, POR EJEMPLO, SE SUMAN LAS 31 TEMPERATURAS DE LA HORA 00:00 Y SE DIVIDE ENTRE 31. ASI SE ENCONTRARON LAS 23 TEMPERATURAS RESTANTES. DESPUES SE CALCULARON LAS DIFERENCIAS DE TEMPERATURAS PROMEDIO ENTRE LAS DISTINTAS ESTACIONES. ESTAS GRAFICAS NO SE INCLUYEN EN EL PRESENTE ESCRITO.

PARA CADA MES SE CALCULO UNA MEDIA DE LA DIFERENCIA PROMEDIO Y SE GRAFICARON LAS TRES MEDIAS. ESTA GRAFICA APARECE EN LA PAGINA 12.

DISCUSION: SE DETECTO UNA DEPENDENCIA MUY ALTA ENTRE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA EN LOS MESES DE JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE. SEGUN PUEDE VERSE EN LAS GRAFICAS 5, 6 Y 7. AUNQUE EN FORMA TENUE SE NOTA QUE EN LA ESTACION "CENTRO" SE ACRECIENTA EL VALOR DEL COEFICIENTE DE DETERMINACION MULTIPLE CON RESPECTO A LAS OTRAS DOS ESTACIONES.

CONSIDERANDO LA GRAFICA DE LA PAGINA 9, PUEDE VERSE QUE EN LOS MESES DE MAYO Y JUNIO LA HUMEDAD RELATIVA ES CASI LA MISMA. CUAL ES LA RAZON POR LA CUAL SE DA LA DEPENDENCIA EN JUNIO Y NO EN MAYO. (EN EL MES DE MAYO EL COEFICIENTE DE DETERMINACION MULTIPLE ES DE .4792 Y EN EL MES JUNIO ES DE .9195).

EXAMINANDO LA GRAFICA DE F_r (ANALISIS DE VARIANZA) QUE SE ENCUENTRA EN LA PAGINA 10, SE OBSERVA QUE EN LOS MESES DE JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE LA F_r DISMINUYE SU VALOR. RECORDANDO QUE ENTRE MAS

REDUCIDO ES ESTE VALOR DE F_r , LAS TEMPERATURAS ENTRE LAS ESTACIONES SON MENOS DIFERENTES.

OBSERVANDO LA GRAFICA DE LA MEDIA DE LAS DIFERENCIAS PROMEDIO, QUE SE ENCUENTRAN EN LA PAGINA 12 PUEDE NOTARSE QUE LA MEDIA DISMINUYE EN LOS MESES DE JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE.

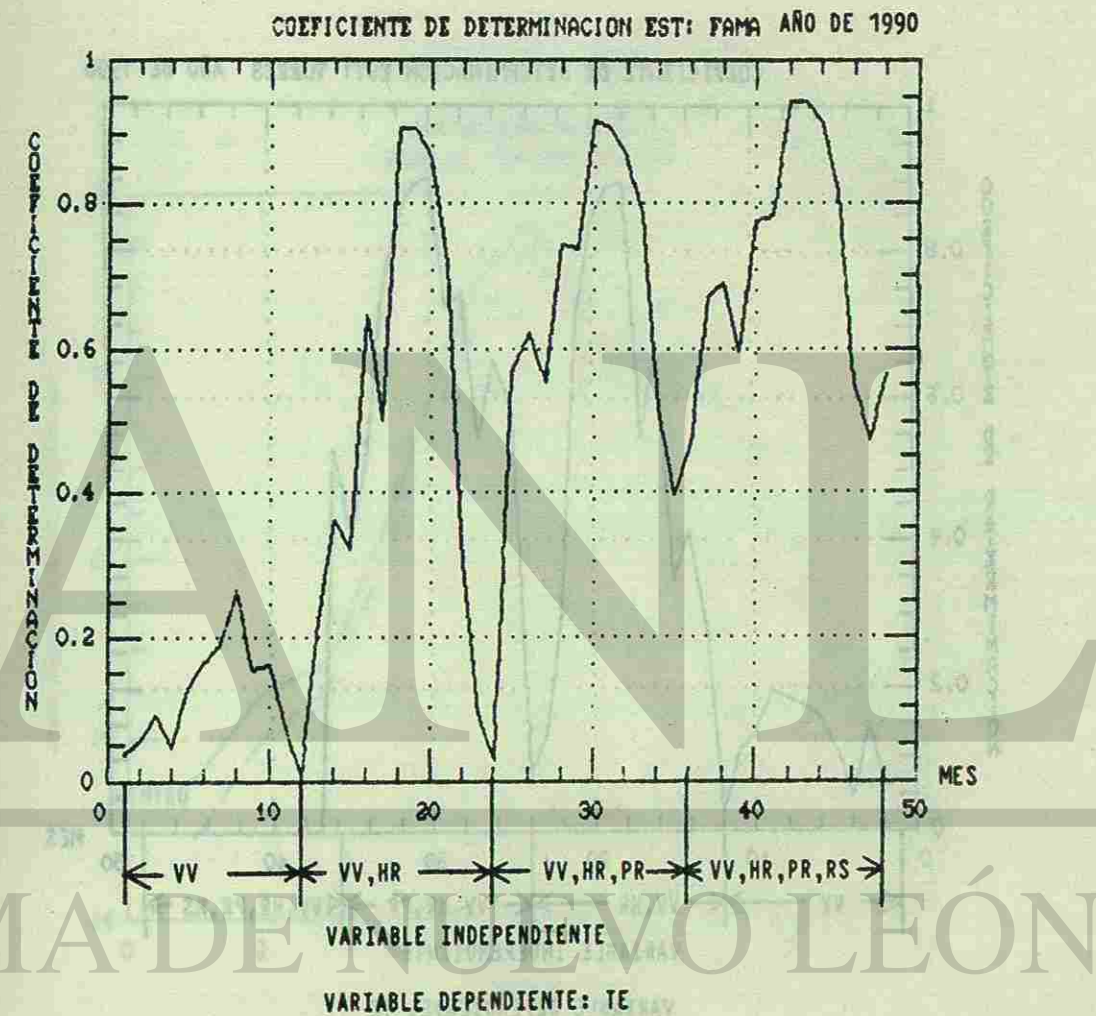
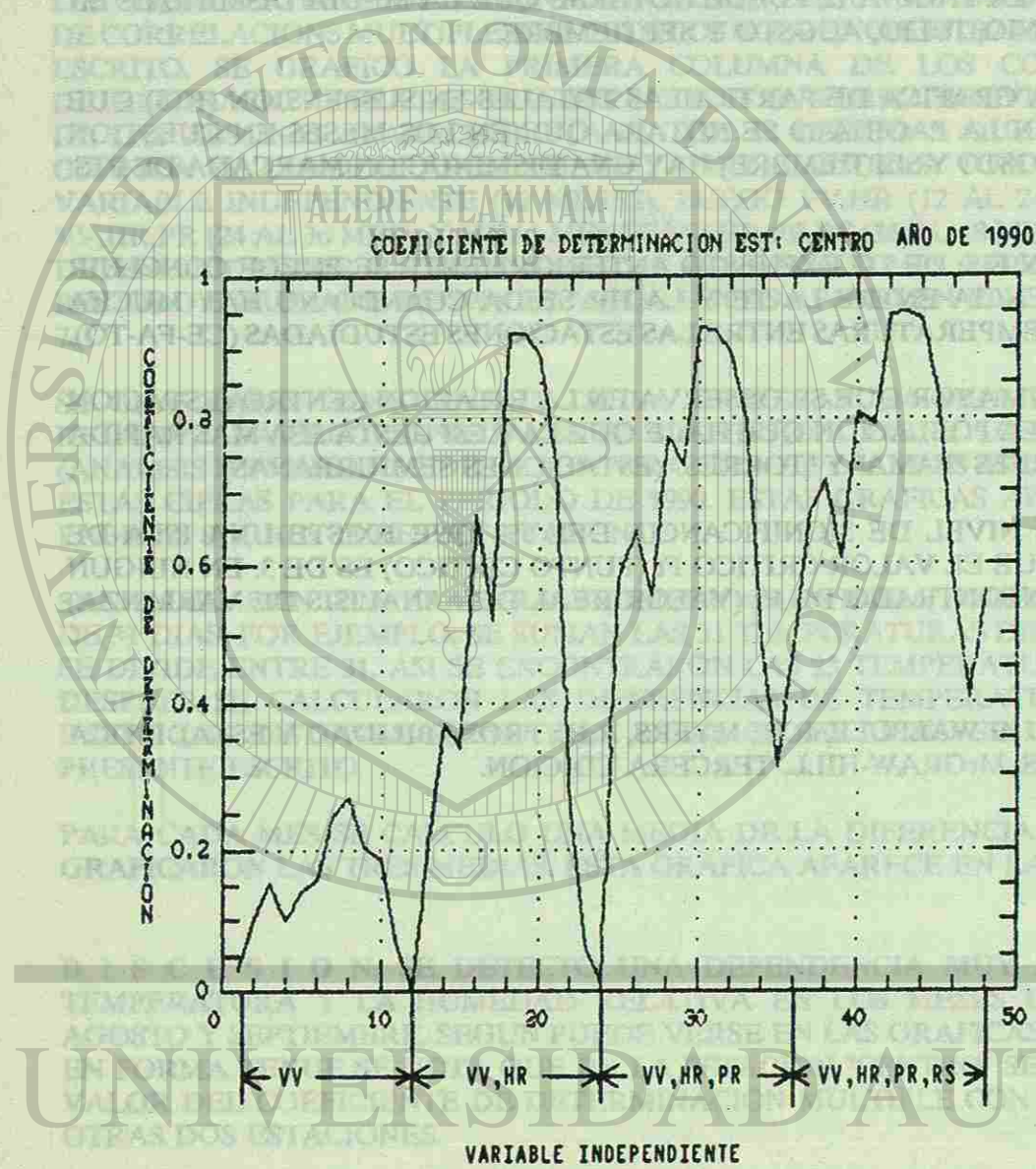
SI SE OBSERVA LA GRAFICA DE PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION (PTS) QUE SE ENCUENTRA EN LA PAGINA 10 SE NOTARA QUE EN LOS MESES EN CUESTION (JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE) HAY UNA DISMINUCION MARCADA DE PTS.

CONCLUSIONES: DE LO EXPUESTO ANTERIORMENTE SE PUEDE CONCLUIR QUE LA DEPENDENCIA ENTRE LA TE Y LA HR SE DA CUANDO NO HAY MUCHA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS ENTRE LAS ESTACIONES ESTUDIADAS (CE-FA-TO).

LA DEPENDENCIA MAYOR QUE SE OBSERVA EN LA ESTACION CENTRO (ESTACION URBANA) ES POR LA POBLACION QUE HACE QUE LA RESPUESTA SEA MAS RAPIDA QUE LAS ESTACIONES "FAMA" Y "TORRES" (ESTACIONES SEMIURBANAS).

SE PRUEBA A UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA DEL 5% QUE EXISTE UNA ISLA DE CALOR PUESTO QUE EL VALOR CRITICO F_t (PUNTO CRITICO) ES DE 3. EN NINGUN MES EL VALOR ENCONTRADO DE F_r (VALOR REAL DEL ANALISIS DE VARIANZA) FUE MENOR DE 3.

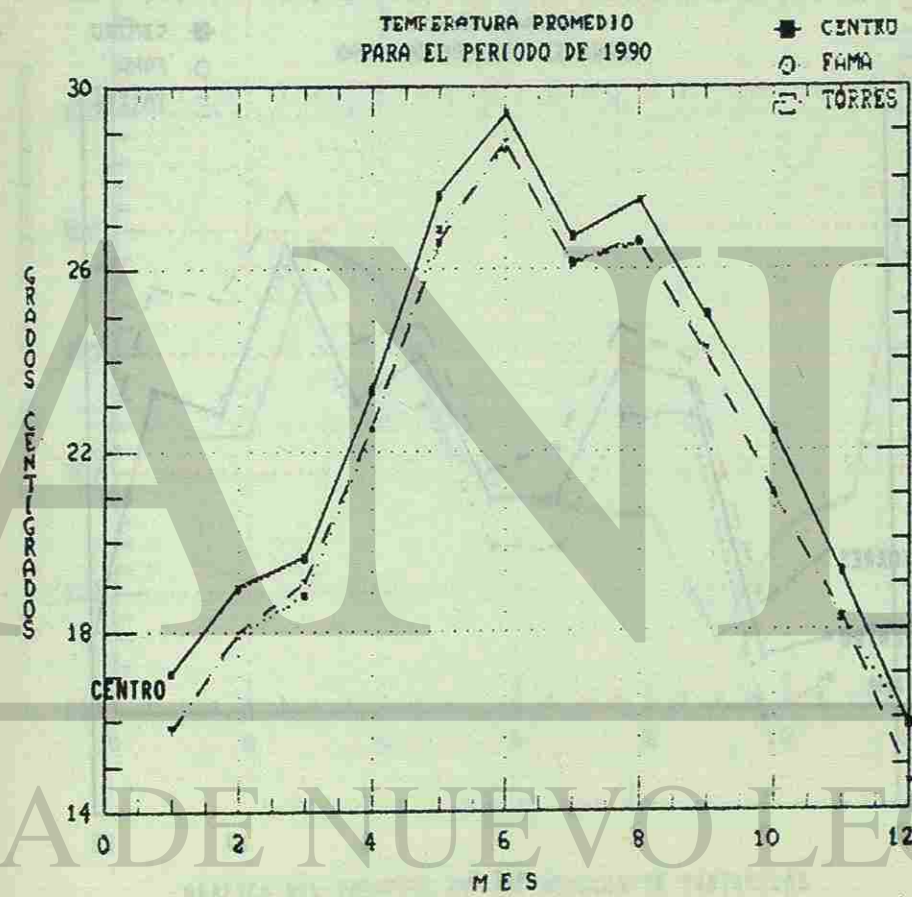
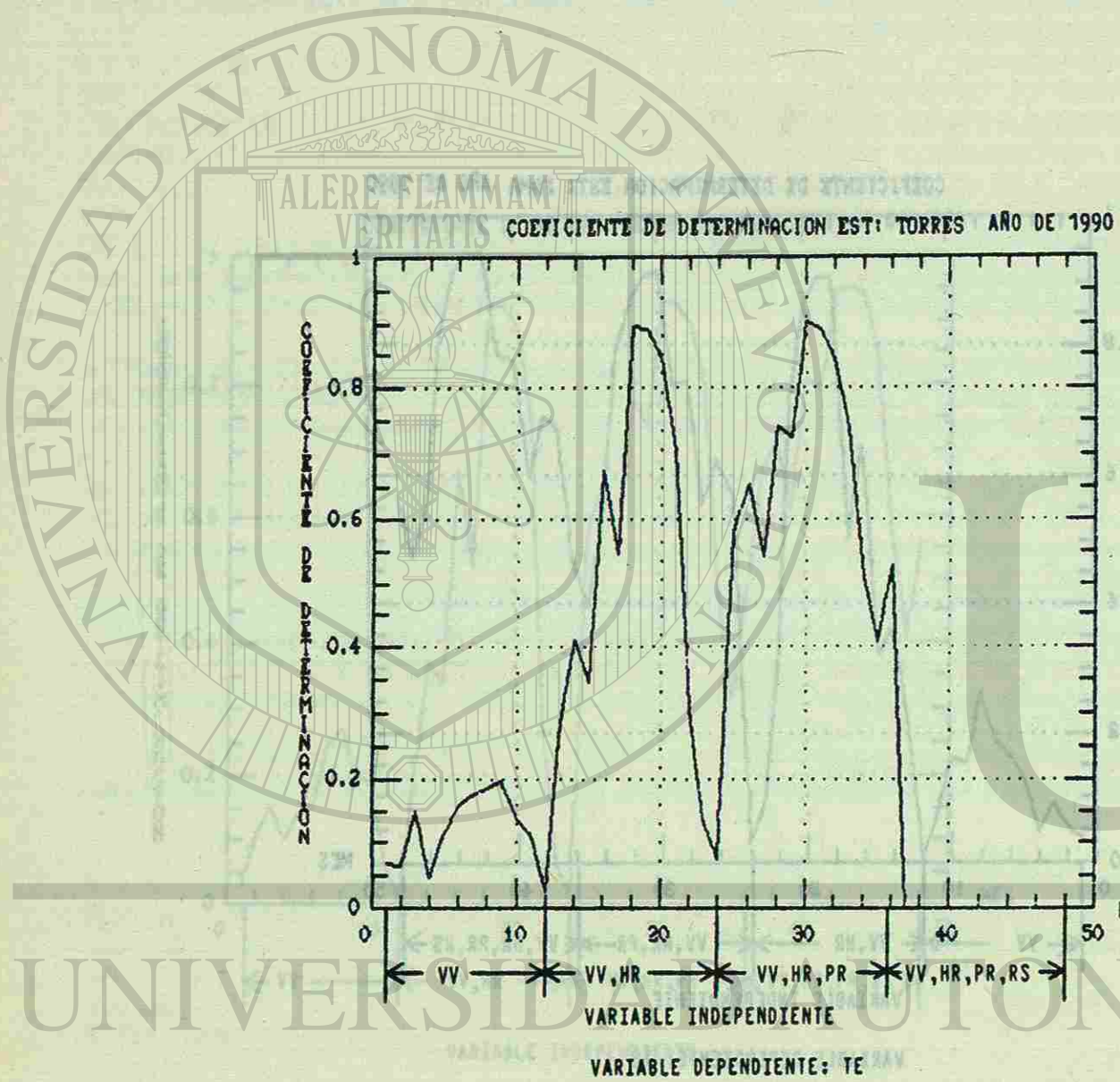
BIBLIOGRAFIA: WALPOLE, R.E.; MYERS, R.H.; PROBABILIDAD Y ESTADISTICA PARA INGENIEROS, MCGRAW-HILL, TERCERA EDICION.



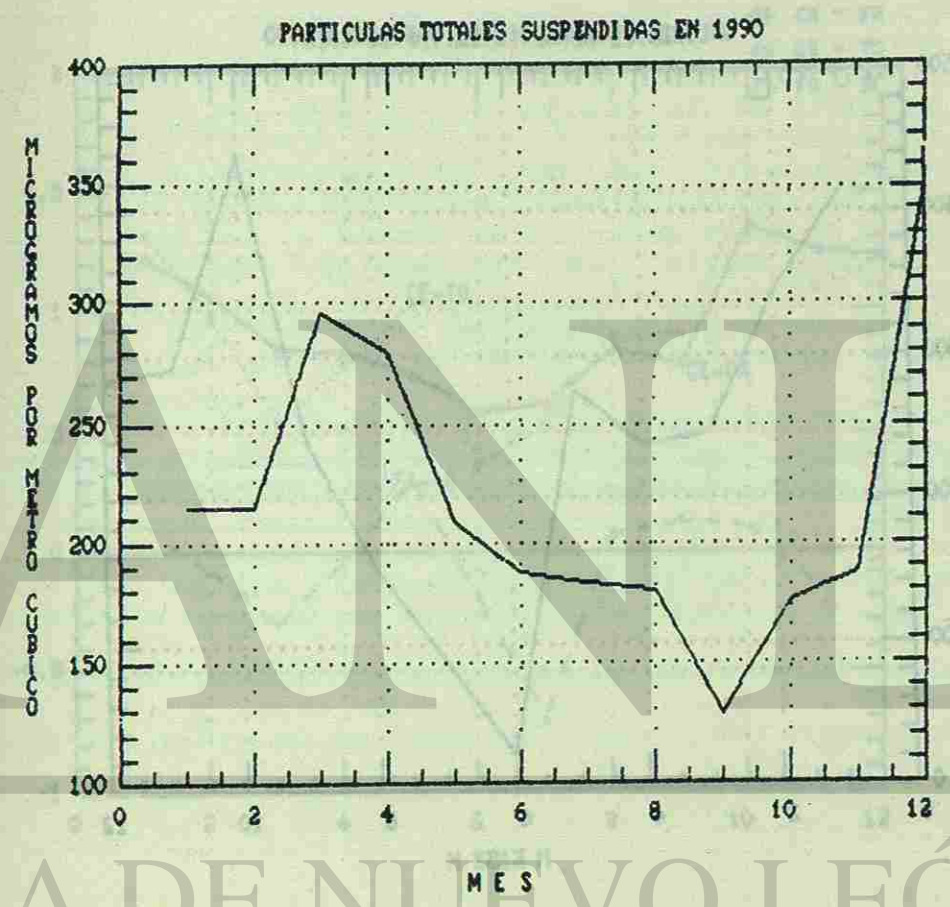
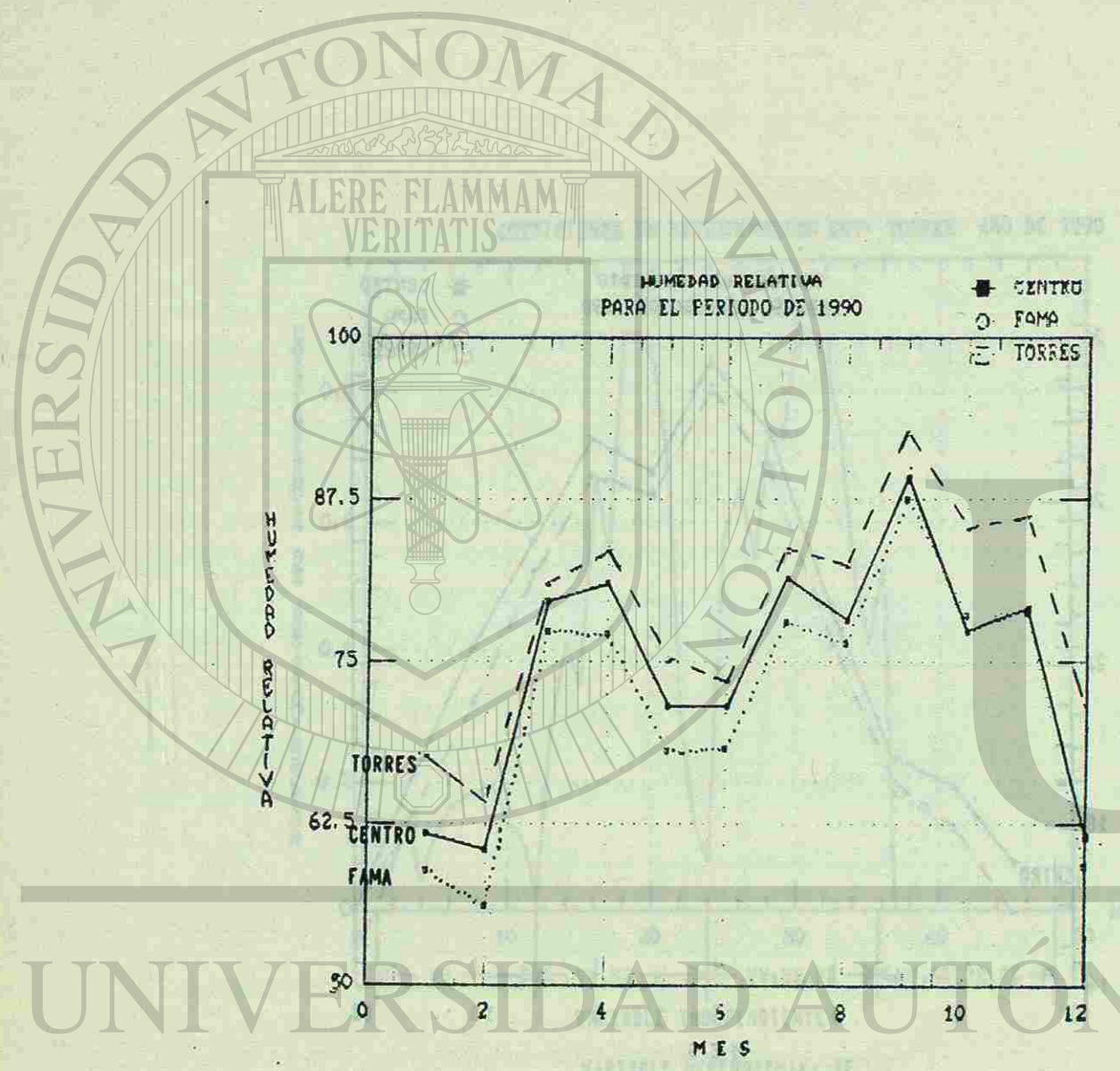
CONSIDERANDO LA GRAFICA DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE (TE) PUEDE verse que en los meses de mayo y junio la temperatura es la misma, cual es la razon por la cual se da una disminucion en el coeficiente de determinacion en los meses de mayo el coeficiente de determinacion es de 0.25 y en junio es de 0.15.

EXAMINANDO LA GRAFICA DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE (TE) QUE SE ENCUENTRA EN LA PAGINA 10, SE OBSERVA QUE EN LOS MESES DE JUNIO, JULIO, AGOSTO Y SEPTIEMBRE LA R^2 DISMINUYE SU VALOR, RECORDANDO QUE ENTRE MAS



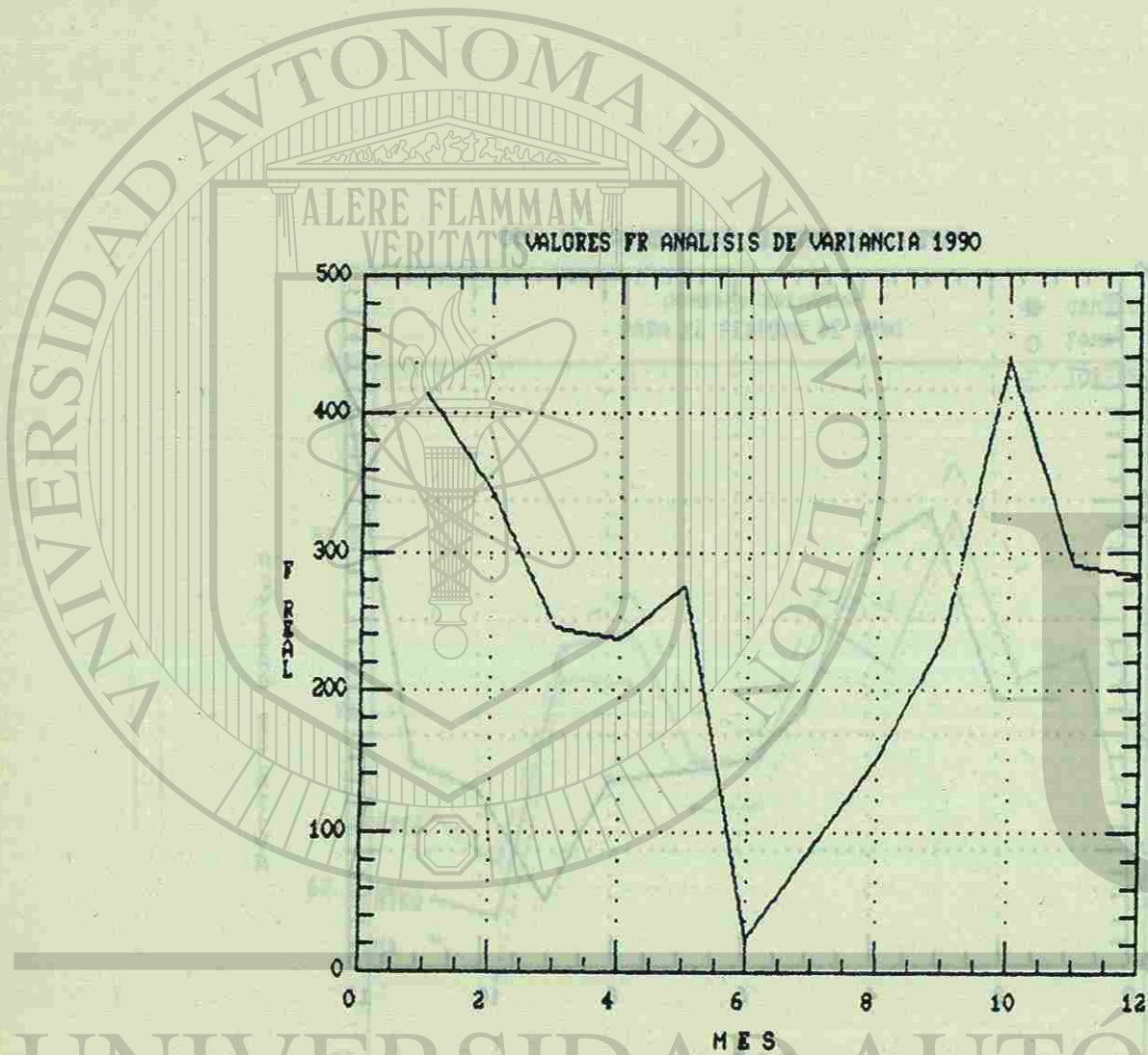


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

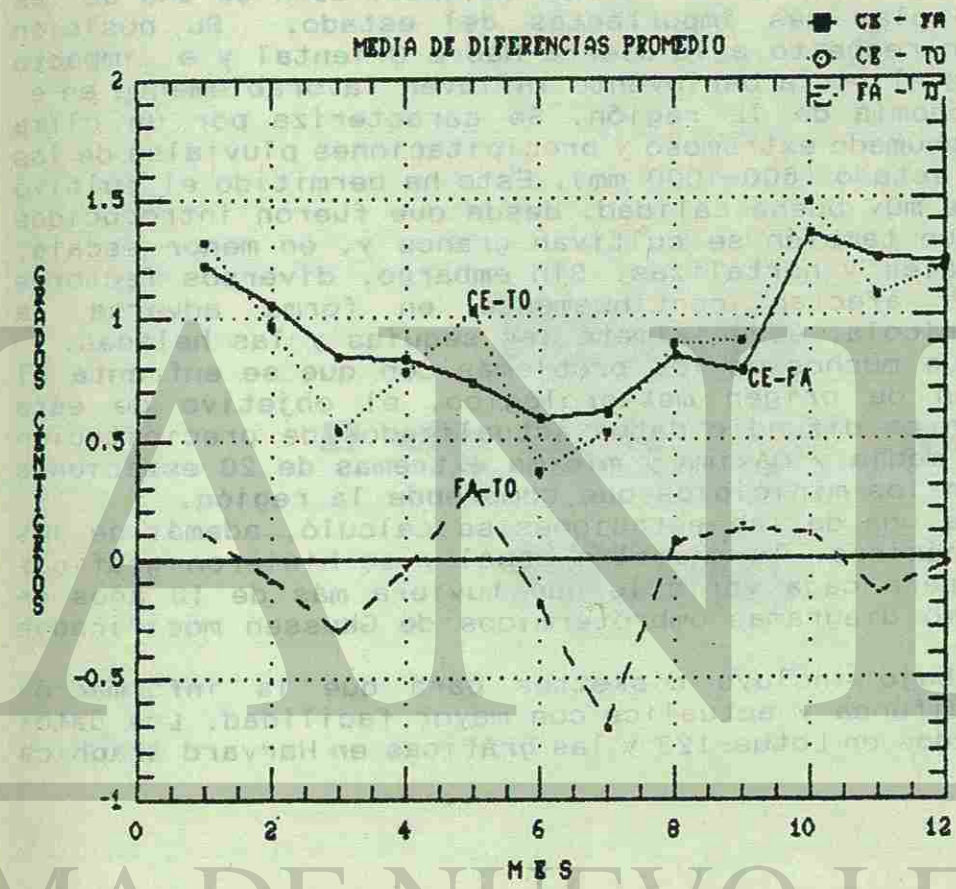


GRAFICA DEL PROMEDIO DE LOS NIVELES DE PARTICULAS SOLIDAS PARA LA ESTACION CENTRO (EL NIVEL DE ENERO ES FICTICIO).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



GRAFICA DEL VALOR DE F_r DEL ANALISIS DE VARIANZA
 POR BLOQUES, CONSIDERANDO LAS TEMPERATURAS DE LAS
 ESTACIONES: CENTRO, FAMA Y TORRES.



Tereza Cavazos P. **
Victor Molina ***

RESUMEN

La Región Citrícola del Estado de Nuevo León es una de las regiones agrícolas más importantes del estado. Su posición geográfica con respecto a la Sierra Madre Oriental y el impacto de los vientos Alisos a barlovento influyen favorablemente en el paisaje y economía de la región. Se caracteriza por un clima semicálido subhúmedo extremoso y precipitaciones pluviales de las más altas del estado (600-1000 mm). Esto ha permitido el cultivo de cítricos de muy buena calidad, desde que fueron introducidos en 1893; aunque también se cultivan granos y, en menor escala, frutos tropicales y hortalizas. Sin embargo, diversos factores meteorológicos afectan continuamente en forma adversa la producción agrícola, especialmente las sequías y las heladas.

Puesto que muchos de los problemas con que se enfrenta el agricultor son de origen meteorológico, el objetivo de este primer boletín es difundir datos actualizados de precipitación y temperatura media y máxima y mínima extremas de 20 estaciones localizadas en los municipios que comprende la región.

Para cada una de las estaciones se calculó, además de los estadísticos básicos, la anomalía anual y se hicieron gráficas interanuales para cada variable que tuviera más de 10 años de datos, así como diagramas ombrotérmicos de Gausson modificados por García.

Este trabajo incluye diskettes para que la información capturada se difunda y actualice con mayor facilidad. Los datos fueron procesados en Lotus-123 y las gráficas en Harvard Graphics 2.3.

* Se presenta solo resumen porque el trabajo completo se publicará en la Fac. de C. Forestales con el nombre de: Registros Climatológicos de la Región Citrícola. Bol. Téc. # 1, 1992 (En prensa).

** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
A.P. 41

67700 Linares, N.L. [Tel. 91(821)24895, FAX: 24251]

*** Servicio Social como requisito de la Carrera de Ingeniero Forestal.

AGUA

8 de octubre de
1991

AGUA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tereza Cavazos P. **
Victor Molina ***

RESUMEN

La Región Citrícola del Estado de Nuevo León es una de las regiones agrícolas más importantes del estado. Su posición geográfica con respecto a la Sierra Madre Oriental y el impacto de los vientos Alisos a barlovento influyen favorablemente en el paisaje y economía de la región. Se caracteriza por un clima semicálido subhúmedo extremoso y precipitaciones pluviales de las más altas del estado (600-1000 mm). Esto ha permitido el cultivo de cítricos de muy buena calidad, desde que fueron introducidos en 1893; aunque también se cultivan granos y, en menor escala, frutos tropicales y hortalizas. Sin embargo, diversos factores meteorológicos afectan continuamente en forma adversa la producción agrícola, especialmente las sequías y las heladas.

Puesto que muchos de los problemas con que se enfrenta el agricultor son de origen meteorológico, el objetivo de este primer boletín es difundir datos actualizados de precipitación y temperatura media y máxima y mínima extremas de 20 estaciones localizadas en los municipios que comprende la región.

Para cada una de las estaciones se calculó, además de los estadísticos básicos, la anomalía anual y se hicieron gráficas interanuales para cada variable que tuviera más de 10 años de datos, así como diagramas ombrotérmicos de Gausson modificados por García.

Este trabajo incluye diskettes para que la información capturada se difunda y actualice con mayor facilidad. Los datos fueron procesados en Lotus-123 y las gráficas en Harvard Graphics 2.3.

* Se presenta solo resumen porque el trabajo completo se publicará en la Fac. de C. Forestales con el nombre de: Registros Climatológicos de la Región Citrícola. Bol. Téc. # 1, 1992 (En prensa).

** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
A.P. 41

67700 Linares, N.L. [Tel. 91(821)24895, FAX: 24251]

*** Servicio Social como requisito de la Carrera de Ingeniero Forestal.

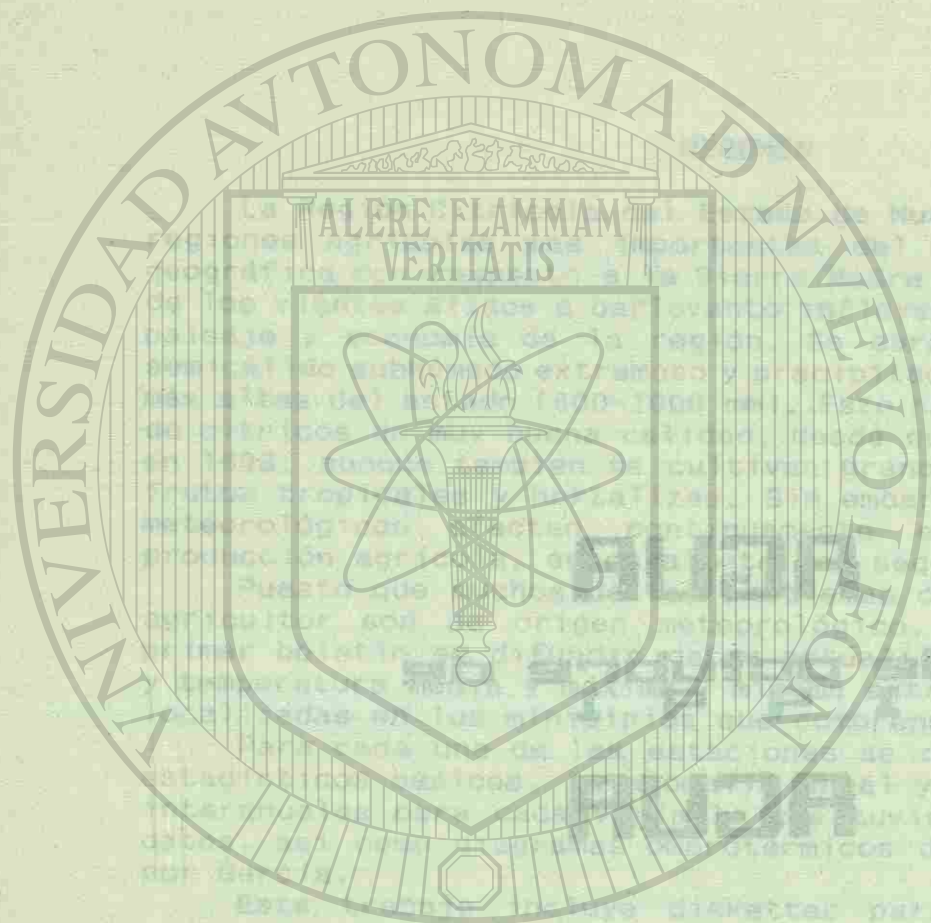
AGUA

8 de octubre de
1991

AGUA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

"AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION DEL CLIMA Y DEL AGUA EN EL
NORESTE DE MEXICO"
Linares, N.L. a Octubre de 1991

TEMA: Contaminación Ambiental en el Estado de Nuevo León"
Ing. Benjamín Limón Rodríguez
Jefe del Departamento de Ingeniería Ambiental

El Estado de Nuevo León, con una superficie de 64,555 Km. cuadrados, con una población muy dispersa en el sur y en el norte; y una concentración poblacional en el Area Metropolitana de Monterrey, presenta problemas de contaminación ambiental muy diversos, tanto en el agua superficial y subterránea como en el suelo y en el aire, originada por distintas fuentes naturales, artificiales, fijas ó móviles.

En el Estado de Nuevo León la contaminación ambiental constituye un problema de salud pública que debe tratarse con seriedad, con responsabilidad, con visión a futuro y considerarse de máxima prioridad.

Los principales problemas de contaminación en el Estado se presentan en las poblaciones urbanas, ya que éstos son consecuencia de la dinámica de la urbanización, el crecimiento poblacional que ejercen una fuerte presión sobre los recursos naturales y una demanda de servicios y satisfactores que deterioran el entorno ecológico.

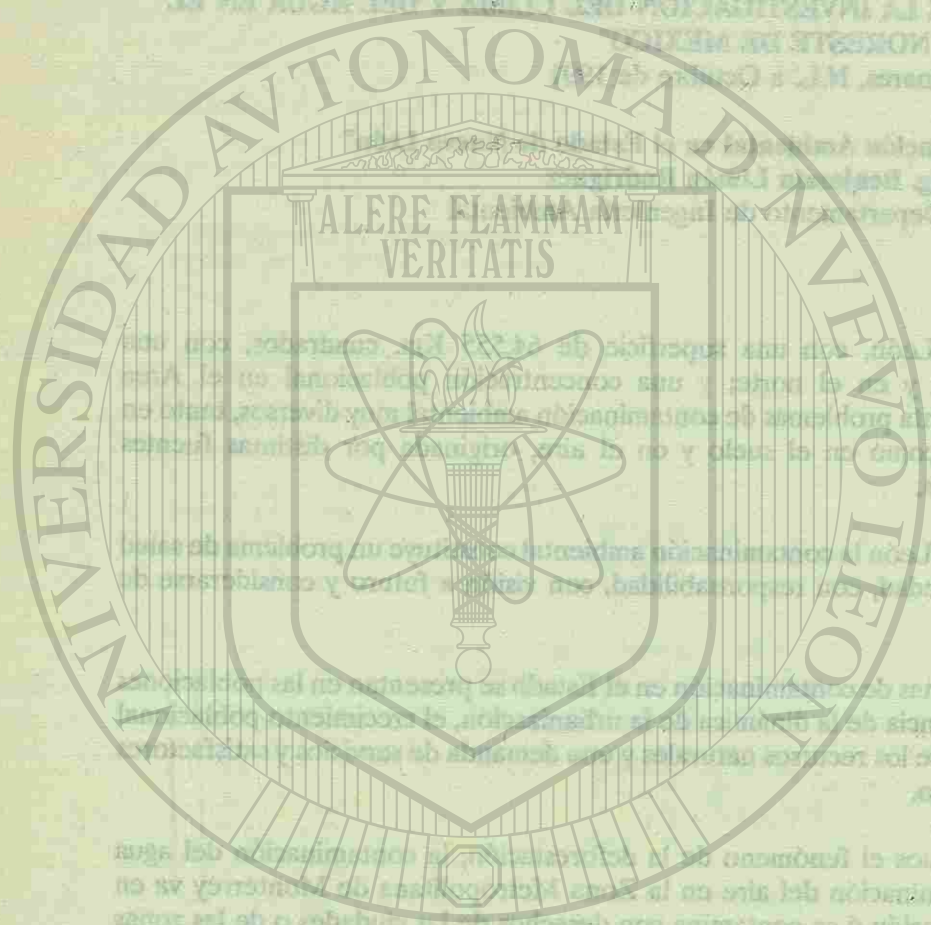
En el Estado, padecemos el fenómeno de la deforestación, la contaminación del agua superficial y subterránea; la contaminación del aire en la Zona Metropolitana de Monterrey va en aumento, el suelo se pierde por erosión ó se contamina con desechos de las ciudades o de las zonas agrícolas.

En la Cuenca del Río San Juan escurre la mayor parte del agua residual doméstica e industrial generada en el Estado; en algunos tramos de los ríos Santa Catarina, Pesquería ó San Juan, el escurrimiento es casi en su totalidad de agua residual e industrial y en algunos casos de los excedentes de agua de riego.

Los problemas más serios de contaminación de agua superficial se presentan en los ríos San Juan (antes de Cadereyta), Pesquería y Arroyo El Ayuncual, ya que estos reciben las descargas de agua residual del Area Metropolitana de Monterrey.

En Linares, Montemorelos, Sabinas y otras poblaciones que cuentan con drenaje sanitario también se presentan problemas de contaminación de los ríos ó arroyos, ya que estos son usados como receptores finales de los desechos líquidos ó sólidos de esas comunidades.

El abastecimiento de agua potable en el Area Metropolitana de Monterrey, cumple con las especificaciones de la Secretaria de Salud en la materia; sin embargo, se han detectado acuíferos



someros con síntomas de contaminación importante, sobre todo en el área oriente y norte; y en los últimos meses algunos pozos ubicados en el área de los antiguos tiraderos de basura del Municipio de Monterrey presentan concentraciones de Nitratos, varias veces mayores al valor recomendado como máximo por el Reglamento de la Secretaría de Salud, haciendo que se limite el uso del agua para la bebida ó para la industria, sobre todo para la de refrescos ó bebidas fermentadas.

La contaminación del agua subterránea en el Area Metropolitana de Monterrey debe principalmente a la idebida conducción de las aguas residuale domésticas e industriales, a los depósitos de basura ó desechos industriale sy a la práctica inadecuada de algunas industrial de eliminar sus desechos líquidos utilizando antiguas norias, pozos ó grietas naturales del terreno.

En el resto del Estado se presentan algunas áreas de contaminación natural del agua subterránea limitando su uso para abastecimiento doméstico, industrial ó de abrevadero por el alto contenido de sales disueltas como sulfatos, carbonatos y cloruros.

Las áreas más afectadas por este fenómeno se localizan en el sur y en el norte del Estado, así como en la cuenca del Río Salinas, siendo más notable en la franja limitada por los Ríos Pesquería y Salinas.

La disponibilidad de agua es un factor importante en los programas de planificación estatal ó nacional y en el estado de Nuevo León se observa que este recurso es escaso, de mala calidad, y en muchas ocasiones no se le considera prioritario en los planos oficiales ó privados, trayendo como consecuencia que fracasen los planes de descentralización industrial con los polos de desarrollo, existiendo varios ejemplos en nuestra entidad que así lo indican.

La contaminación del agua en la actualidad está siendo atendida con acciones concretas de concentración entre el estado, la industria y las instituciones de educación superior.

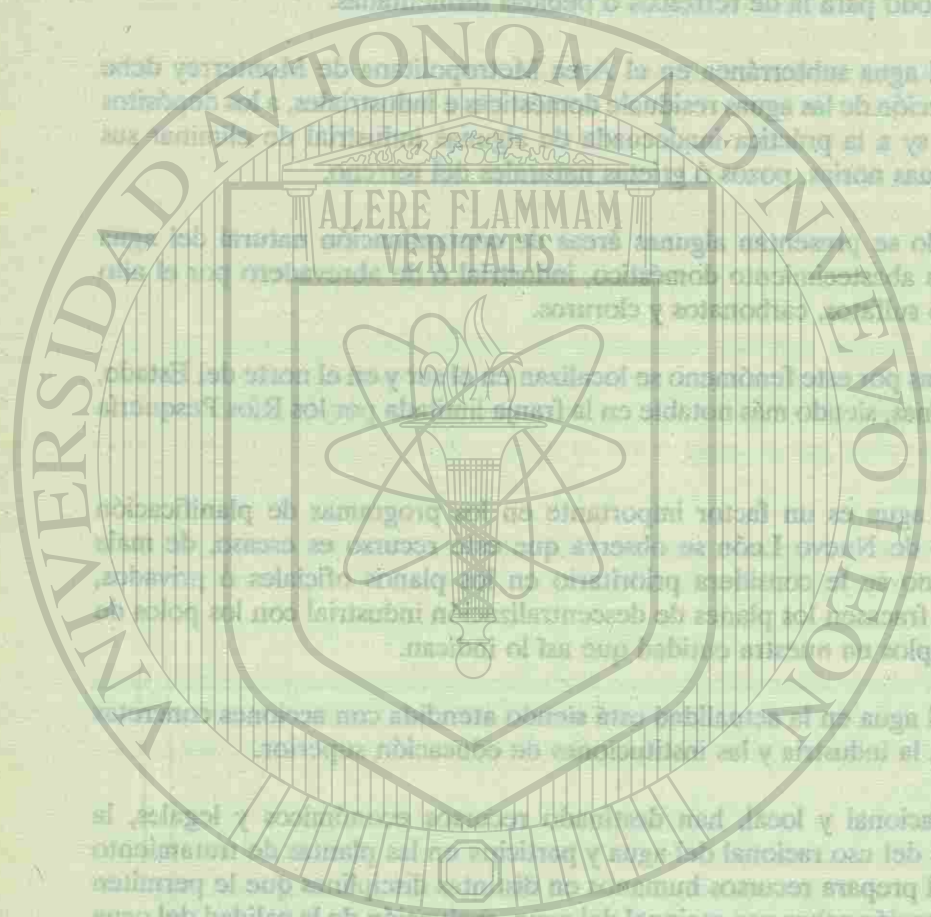
El Estado a nivel nacional y local, han destinado recursos económicos y legales, la industria responde con los planes del uso racional del agua y participa en las plantas de tratamiento del agua residual y la Universidad prepara recursos humanos en distintas disciplinas que le permiten participar en proyectos de investigación sobre uso racional del agua, evaluación de la calidad del agua de consumo humano, del agua subterránea y participa en proyectos ejecutivos de ingeniería para la descontaminación de la Cuenca del Río San Juan y en el diseño de sistemas modernos de tratamiento del agua residual.

La contaminación del aire en el Estado se limita al Area Metropolitana de Monterrey, ya que es en esta zona donde existe la mayor concentración industrial, urbana y un intenso tráfico vehicular.

La topografía de la zona conurbada de Monterrey es irregular con alguras que van desde los 538 MSN hasta los 2200 MSN formándose barreras y cañones que dificultan la ventilación natural.

Los orígenes de la contaminación del aire en Monterrey son en orden de importancia: La actividad vehicular, la industria, otras fuentes menores como la quema de basura por los particulares, el polen y las tolvaneras que se presentan sobre todo en invierno.

La contaminación del aire es un problema que debe de atenderse de inmediato, ya que están a la vista los efectos que está causando en la salud, en las plantas y en la economía local y nacional.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La salud de los regiomontanos seguramente está siendo alterada por algunos contaminantes del aire como el Monóxido de Carbono, el Dióxido de Azufre, el Ozono, los Oxidos de Nitrógeno y algunos hidrocarburos ó compuestos orgánicos como el Peroxiacetil Nitrilo (PAN), el Benzopireno y otros que pueden ser cancerígenos.

Se han observado síntomas adversos en los individuos, tales como irritación sensorial, modificaciones en la conducta y sobre todo alteraciones en las funciones fisiológicas importantes como la ventilación pulmonar. Los humos y los difersos gases causan además incomodidad, olores desagradables y disminución de la visibilidad.

Sobre la economía se presentan algunos efectos que están a la vista, nuestros escasos edificios y monumentos de cantera, las modernas edificaciones de acero, concreto y vidrio están siendo deterioradas por el ataque químico directo e indirecto, se presentan daños por abrasión y depósito del polvo y hay el efecto de la corrosión.

En los últimos años se han presentado efectos muy importantes sobre la producción, hay en el Area Metropolitana varias industrias que han sufrido pérdidas de varias decenas de millones de pesos por concepto de daños causados a sus productos e instalaciones por el aire contaminado generado en sus mismas industrias o por los vecinos.

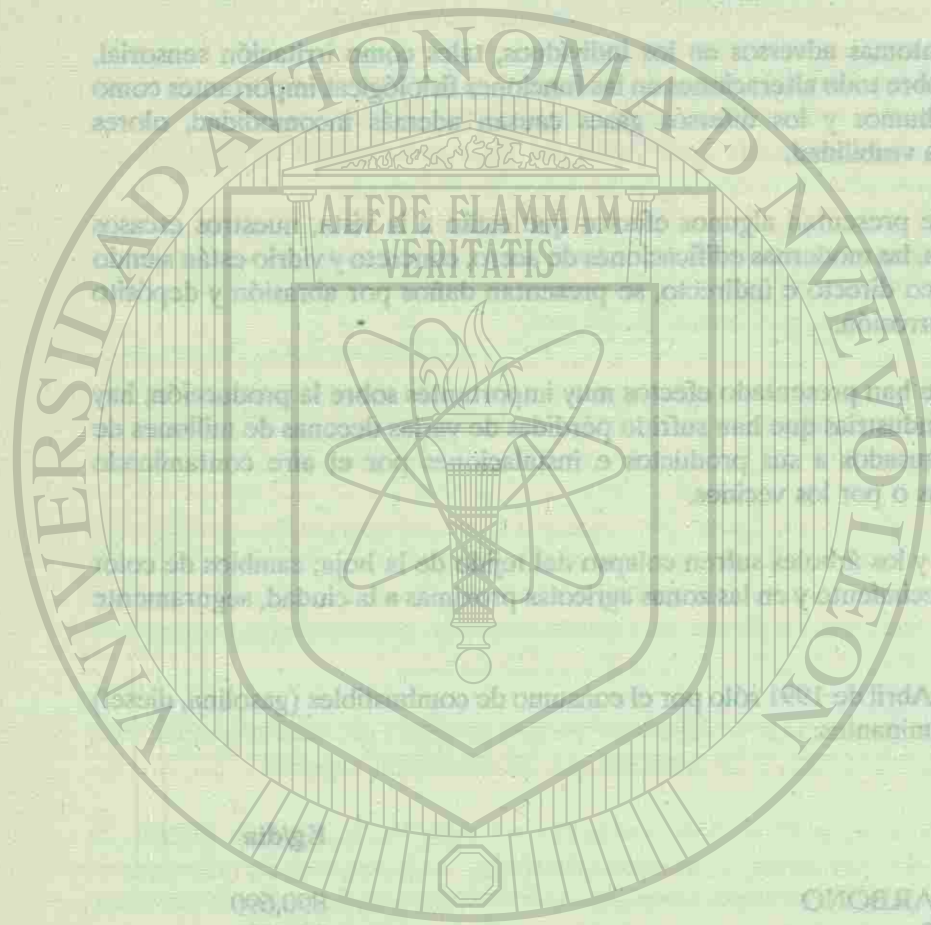
Las plantas de jardín y los árboles sufren colapso del tejido de la hoja; cambios de color en el follaje, alteraciones en su crecimiento y en las zonas agrícolas proximas a la ciudad, seguramente la producción se ve afectada.

En el período Enero-Abril de 1991 sólo por el consumo de combustibles (gasolina, diesel) se generaron los siguientes contaminantes:

CONTAMINANTE	Kg/día
MONOXIDO DE CARBONO	890,690
HIDROCARBUROS	34,669
OXIDOS DE NITROGENO	26,229
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)	5,688
DIOXIDO DE AZUFRE	1,332
PLOMO	408

Seguramente estos valores en la actualidad son mayores si tomamos en cuenta que hay más vehículos y cada día más viejos y generan más contaminantes por el deficiente mantenimiento y los taponamientos en el flujo vehicular, representando sólo esto último un 10% más del consumo de combustible en baja velocidad y un incremento importante en las emisiones.

Para el reconocimiento y evaluación de este importante problema de salud pública, las autoridades Estatales y Federales desde hace más de diez años, han emprendido diversas acciones como el monitoreo del aire, inspecciones, sanciones, clausuras y recomendaciones a las industrias, a los responsables del transporte urbano y a los automovilistas para en esa forma controlar la contaminación del aire. Sin embargo, dá la impresión de que esto no ha dado resultado y la contaminación del aire va en aumento.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La Universidad, consciente de su responsabilidad social, desde hace varios años ha participado en este campo y procedió a la instalación de una estación automática para la evaluación continua de Ozono, Oxidos de Nitrogeno, Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono y polvo total suspendido.

Por su parte, el Gobierno Federal y Estatal se han comprometido a ejercer acciones inmediatas que permitan el mejoramiento de la calidad del aire y estamos seguros que si se mantiene a la comunidad debidamente informada, dichas medidas tendrán éxito y seguramente la calidad del aire mejoraría.

Un problema importante de contaminación en el estado lo constituye la contaminación del suelo, por el indebido manejo y destino final que damos a nuestros desechos, ya sean sólidos o líquidos, orgánicos ó inorgánicos.

La principal contaminación del suelo es originada por desechos domésticos e industriales que se depositan en los drenajes o que son enterrados o depositados en terrenos inadecuados para tal fin.

En muchas ocasiones las estrategias tendientes al mejoramiento ambiental se ven obstaculizadas por intereses creados, factores economicos adversos y sistemas de evaluación inadecuados que impiden la correcta solución de este problema.

En los últimos años se han presentado muchas opiniones en contra de los proyectos que para el control de desechos industriales ó domésticos han presentado los particulares o el Estado, quizá esto se deba a que la comunidad no ha sido debidamente informada de la bondad de dichos proyectos que son indispensables para el control de los desechos, como ejemplos tenemos el caso del Confinamiento de Desechos Industriales en Mina y la Estación de Transferencia de la Col. Buenos Aires.

La contaminación ambiental es responsabilidad de todos, ya que todos contaminamos y debemos estar dispuestos a pagar el precio para tener un ambiente sano para heredar a las futuras generaciones.

Cambemos de actitud y eduquemos para que las nuevas generaciones mantengan una actitud de respeto y veneración por la naturaleza.

Rigoberto Vázquez Alvarado *

RESUMEN

Durante generaciones el suelo y la vegetación han sido el soporte de un núcleo creciente de población que ha estado en competencia con el agua. Este recurso ha sido utilizado sin orientaciones conservacionistas y a consecuencia de lo anterior, se cuenta cada vez con menos agua lo cual, en cierta medida, ha provocado el aflojamiento de sales en el estado de Nuevo León y de esta forma la salinidad se ha venido incrementando desde 1965 en las diferentes zonas de riego. Afortunadamente, en la actualidad contamos con técnicas que nos permiten aportar información, en una forma clara y precisa, de las sales en los suelos y de esta forma poder cuantificar y mapear dicho problema, lo cual es nuestro objetivo fundamental.

Los niveles de salinidad a mapear se dividieron en cuatro categorías de la siguiente forma: 0-2, 2-4, 4-25 y más de 25 mmhos/cm. El estado se dividió en tres zonas: Norte, Centro y Sur. Los recorridos se plantearon a partir de cada centro de operaciones, tratando de efectuar un mínimo de 10 salidas por cada zona.

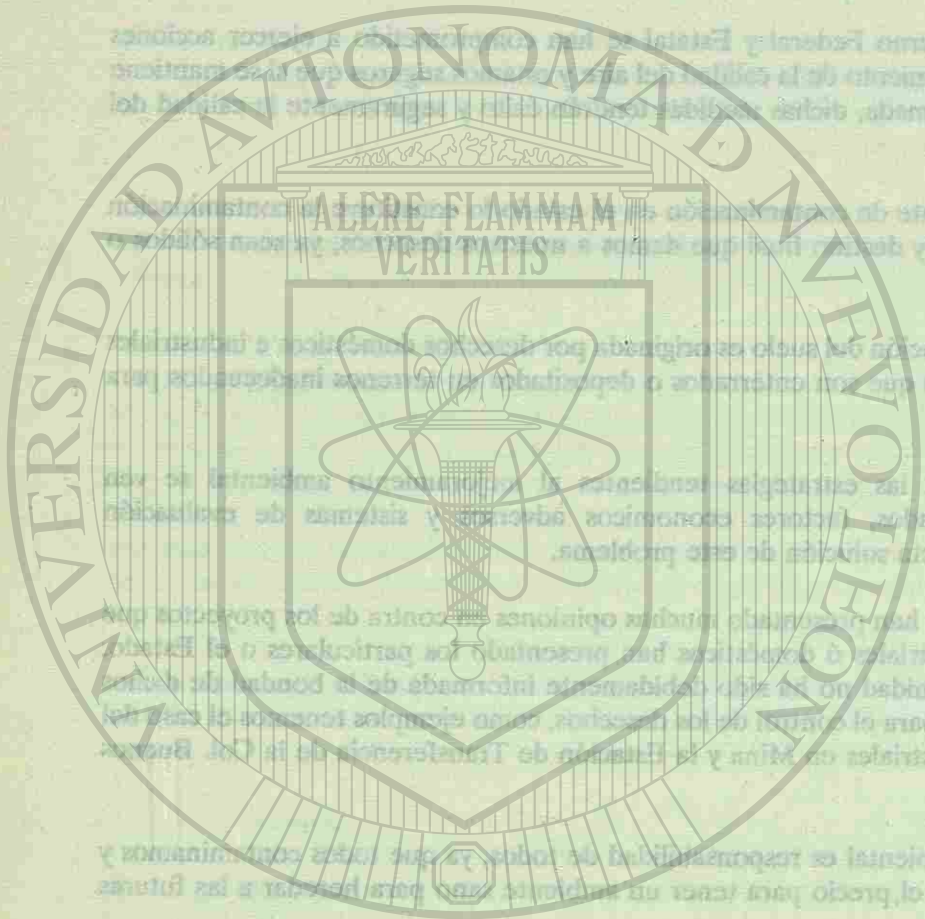
El trabajo se efectuó en la zona centro del Centro de Desarrollo Apodaca, el cual cuenta, entre otros, con el Distrito de Pesquería con 4000 has. y el de Ramones con 2454 has. sembradas durante 1989.

Se efectuaron recorridos y muestreos de campo, tomándose muestras de terrenos afectados, a la profundidad de 0-30 cm; también se efectuarán pozos agrológicos para hacer la caracterización de los perfiles de dichos suelos. En los muestreos se determinará, Na, Ca, Mg, Conductividad eléctrica, % de Sodio intercambiable y Relación de absorción de sodio.

Resultados Preliminares:

Clase	Nivel mmhos/cm	Pesquería	Ramones
1	0 - 2	836.16	
2	2 - 4	299.53	232.96
3	4 - 25	131.04	384.80
4	25 más		

* Facultad de Agronomía, U.A.N.L., Marín, N.L.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DEL CONTENIDO

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- REVISION DE LITERATURA
 - 2.1.- ORIGEN DE LAS SALES
 - 2.2.- TIPOS DE SALES Y SUS FORMAS EN EL SUELO
 - 2.3.- EFECTO DE LAS ALTAS CONCENTRACIONES DE SALES
 - 2.4 - PROCESOS DE SALINIZACION
 - 2.5.- FACTORES QUE FAVORECEN EL PROCESO DE SALINIZACION
 - 2.6.- FORMACION DE SUELOS SODICOS
 - 2.7.- CLASIFICACION DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS SEGUN SUS CARACTERISTICAS
 - 2.8.- CLASIFICACIONES DE LOS CULTIVOS SEGUN SU TOLERANCIA A LAS SALES Y A LA PRESENCIA DE IONES TOXICOS.
 - 2.9.- PRACTICAS DE RECUPERACION DE SUELOS
- 3.- MATERIALES Y METODOS
- 4.- RESULTADOS Y DISCUSION
- 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 6.- BIBLIOGRAFIA

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.-Características de los suelos salinos y su efecto en las plantas .
- Cuadro 2.-Clasificación de los suelos salinos .
- Cuadro 3.-Lista de cultivos y su nivel de tolerancia a las sales .
- Cuadro 4.-Rangos de Conductividad Eléctrica (C. E.) usados para delimitar los suelos con problemas de sales .
- Cuadro 5.-Resultados de salinidad de acuerdo a los muestreos de campo , para la zona de Pesquería y Ramones N.L. 1990 .
- Cuadro 6.-Vegetación observada en las zonas afectadas por sales en los municipios de Ramones y Pesquería N.L. 1990

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ph. D. Rigoberto E. Vázquez Alvarado

INTRODUCCION

El Estado de Nuevo León nos ofrece un panorama muy desolador por el incremento de la erosión, salinidad y el decremento del caudal de los acuíferos naturales. Las causas que originan dichas condiciones sobre todo del ensalitramiento son básicamente: malas condiciones de drenaje, la topografía predominante, acarreo de sales ya sea de la roca madre o del agua del subsuelo, y mal uso de los elementos suelo-agua. Estos factores han provocado en un plazo muy corto el ensalitramiento de grandes extensiones de terreno agrícola fértil del estado (8% de la superficie total).

En Pesquería se siembran actualmente 4,000 ha y en Ramones 2,454 ha respectivamente, superficies que se han visto reducidas drásticamente por el avance de la salinidad en estas zonas. En la actualidad se cuenta con mucha información dispersa sobre salinidad de los suelos de Nuevo León, la cual la han generado la SARH, SISTELEON, Fomento Agropecuario, La Comisión Nacional del Agua, etc. Sin embargo, ninguna de estas instituciones han conjuntado información para generar un mapa que nos muestre el cubrimiento actual de la salinidad y que determine su nivel en el suelo. Con esta información se podría proponer una estrategia en el establecimiento de cultivos tolerantes o resistentes a la salinidad, según sea el nivel detectado. Por otra parte, la información que proviene de la cartografía de INEGI (Cantes DETENAL) para N. L. fue generada en los años 1965-1970, quedando rezagada en la representatividad de la salinidad de las zonas de estudio. La mejor aproximación nos la dio Paulino Rojas en su Mapeo de Vegetación Halófitas de Nuevo León de 1963 (Fif 1). Siendo esta una de las razones fundamentales que justificó el presente trabajo. Como meta de este estudio se pretende actualizar, delimitar y valorar a la fecha el avance de la salinidad y elaborar un mapa presentando algunas sugerencias de solución a este problema en las áreas afectadas de Pesquería y Ramones N. L.

MAPA DE VEGETACION DE NUEVO LEON

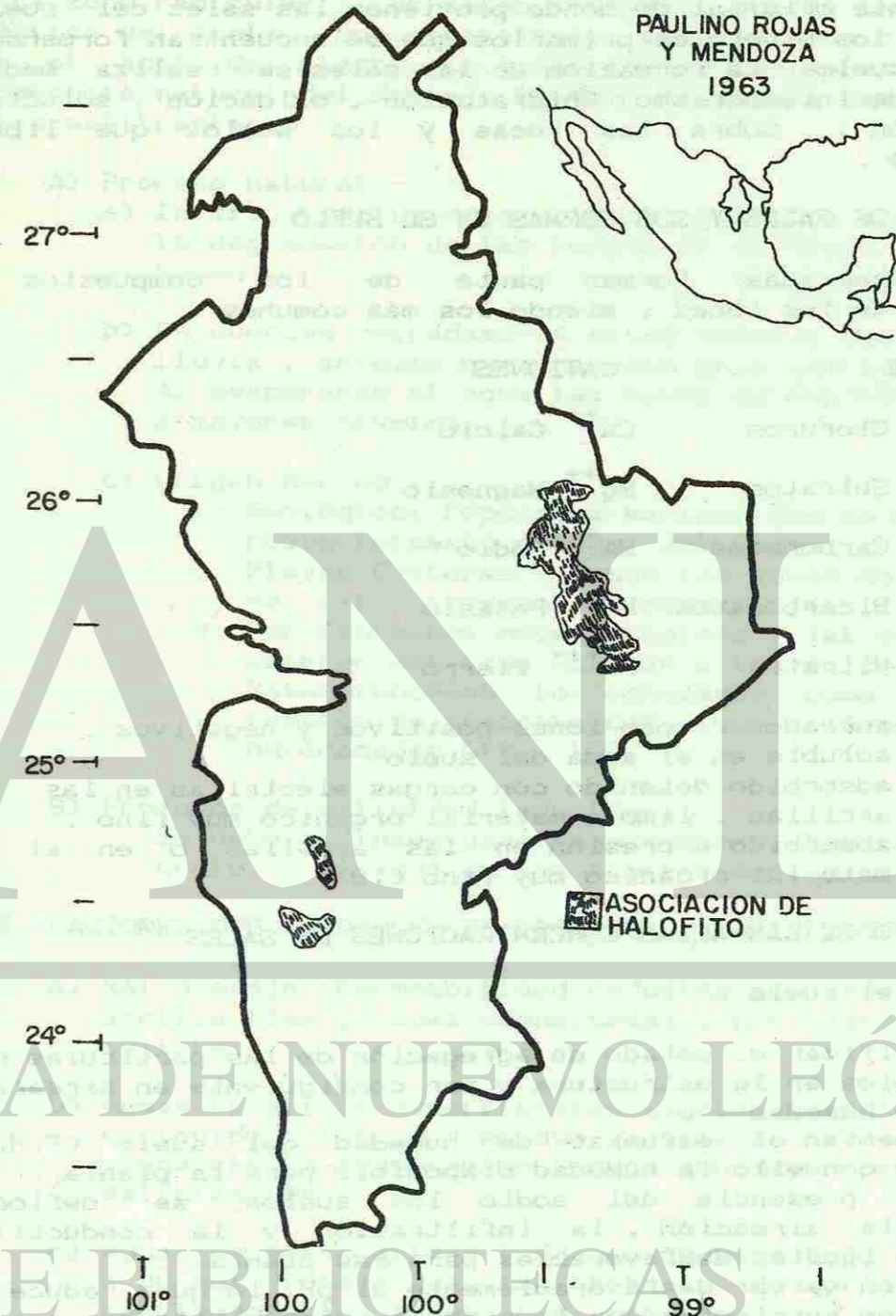


FIG. 1 AREAS DE VEGETACION HALOFITA DETECTADA POR PAULINO ROJAS Y MENDOZA EN 1963

2. - REVISION DE LITERATURA

2.1. - ORIGEN DE LAS SALES

La fuente original de donde provienen las sales del suelo y el agua son los minerales primarios que se encuentran formando la roca y los suelos. La formación de las sales se realiza mediante el proceso de intemperismo (hidratación, oxidación, solución y carbonatación). Sobre las rocas y los suelos que liberan gradualmente.

2.2. - TIPOS DE SALES Y SUS FORMAS EN EL SUELO

A).- Asociadas: Forman parte de los compuestos por combinación de los iones, siendo los más comunes:

ANIONES		CATIONES	
Cl ⁻	Cloruros	Ca ⁺⁺	Calcio
SO ₄ ⁼	Sulfatos	Mg ⁺⁺	Magnesio
CO ₃ ⁼	Carbonatos	Na ⁺	Sodio
HCO ₃ ⁻	Bicarbonatos	K ⁺	Potasio
NO ₃ ⁻	Nitratos	Fe ⁺⁺⁺	hierro

- b).- Disociados: como iones positivos y negativos.
- soluble en el agua del suelo
 - adsorbido detenido con cargas eléctricas en las arcillas, limo o material orgánico muy fino.
 - absorbido a presión en las arcillas o en el material orgánico muy fino (18).

2.3. - EFECTO DE LAS ALTAS CONCENTRACIONES DE SALES

A) En el suelo:

- 1) Modifican el estado de agregación de las partículas dando lugar a cambios en la estructura y por consiguiente en aireación, retención de humedad, etc.
- 2) Aumentan el esfuerzo de humedad del suelo (E.H.S.), disminuyendo con ello la humedad disponible para la planta.
- 3) En presencia del sodio los suelos se defloculan reduciendo la aireación, la infiltración y la conductividad hidráulica a límites desfavorables para las plantas.
- 4) Hacen variar desfavorablemente el pH, lo que reduce la solubilidad de nutrientes por lo mismo su disponibilidad para la planta.
- 5) En otros casos pueden poner en solución a elementos tóxicos para los cultivos.

B) En la planta:

- 1) Reducen la velocidad de absorción del agua y los nutrientes a causa del aumento de la presión osmótica.
- 2) Crea una toxicidad que es selectiva en las plantas.

2.4 - PROCESOS DE SALINIZACION

El proceso consiste en la acumulación de sales en la zona radicular. Las sales problemas pueden provenir del agua freática del suelo, que generalmente las contiene o bien aportadas por el agua de riego. En ocasiones puede presentarse una diferencia natural del drenaje interno siendo la causa principal del ensalitramiento.

A) Proceso natural.-

- a) In situ (de lugar a lugar) aquellos que se forman por la degradación de las rocas en el mismo lugar donde yacen.
- b) En cuencas cerradas.- A estas cuencas van las aguas de lluvia, arroyos que acarrear gran cantidad de sales. Al evaporarse el agua las sales se concentran cada vez a mayores niveles.

c) Origen Marino:

- 1- Geológico: Depósitos marinos que se asentaron para posteriormente emerger del mar.
- 2- Playas Costeras: Donde las aguas del mar cargadas de sales invaden las zonas bajas.
- 3- Por fenómenos meteorológicos: Tal es el caso del acarreo del agua del mar a través de los vientos. Este fenómeno lo conocemos como brisa, pero también se presenta con los ciclones y vientos huracanados (18, 19).

B) Procesos de salinidad inducida:

Se debe al inadecuado manejo que el hombre hace del suelo y el agua en las tierras agrícolas bajo riego.

2.5. - FACTORES QUE FAVORECEN EL PROCESO DE SALINIZACION

- a) Mal drenaje: Permeabilidad reducida por causa de la arcilla fina, capas compactadas, por ejemplo el caliche.
- b) Aguas freáticas superficiales: Aguas estáticas con alto contenido salino o bien que ya existan sales en el suelo, una rápida evaporación induce con mayor prontitud la salinización.
- c) Aguas de mala calidad: El uso de este tipo de aguas aunado a un mal drenaje y a la carencia de prácticas complementarias apresura el proceso.
- d) El clima: La alta evaporación y lo reducido de las lluvias evita el lava natural de las sales (19).
- e) Topografía: La topografía accidentada y la variación geológica y edafológica facilita la formación de acuíferos confinados y represamientos superficiales condiciones que con influencia de la evaporación incrementan el proceso.

2.6. - FORMACION DE SUELOS SODICOS

a) Interacción de los cationes absorbidos, en este caso es el sodio (Na) el que imprime características muy propias al suelo cuando su presencia rebasa en cierto porcentaje a los otros cationes, cuando esto sucede estamos en presencia de un suelo sódico.

b) Intercambio de cationes: Este fenómeno se realiza cuando en la solución del suelo, la concentración de un catión aumenta produciendo en esas condiciones un desequilibrio químico-eléctrico con relación a los cationes absorbidos (22).

2.7. - CLASIFICACION DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS SEGUN SUS CARACTERISTICAS

Cuadro 1. - Características de los suelos salinos y su efecto en las plantas

CLASE	CATEGORIA	La conductividad se relaciona directamente con el comportamiento de las plantas en estos suelos y se ha establecido que si esta varía de:
1	No salinos	De 0-2 milimhos por cm a 25 C. La salinidad es imperceptible.
	Ligeramente salinos	De 2-4 milimhos por cm a 25 C. los rendimientos de las plantas muy susceptibles se pueden ver afectados.
2	Medianamente salinos	De 4-8 milimhos por cm a 25 C. Los rendimientos de varios cultivos se ven afectados.
3	Fuertemente salinos	De 8-16 milimhos por cm a 25 C. Unicamente los cultivos tolerantes progresan satisfactoriamente.
4	Muy fuertemente salinos	Más de 16 milimhos por cm a 25 C. Solo algunos cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente.

En rigor se consideran suelos salinos, aquellos cuyo extracto de saturación presentan una conductividad mayor de 4 milimhos por cm a 25 C (2, 6, 11).

Cuadro 2. - Clasificación de los suelos salinos

Tipo de suelo	CE en mmhos	PSI	pH
Salinos	mayor de 4	menor de 15	generalmente de 8
Salinos-alcalinos	mayor de 4	mayor de 15	pocas veces mayor de 8.5
Alcalinos	menor de 4	mayor de 15	8.5 - 10
Normales	menor de 4	menor de 15	4-8.5

Nota. - mmhos = Mili-mhos es la unidad que nos sirve para determinar la cantidad de sales que posee un suelo. Toma de muestras de 1 cm arcilla sódica + agua = hidróxido de sódico (evita fotosíntesis, favorece la plasmólisis y quema la planta).

2.8. - CLASIFICACIONES DE LOS CULTIVOS SEGUN SU TOLERANCIA A LAS SALES Y A LA PRESENCIA DE IONES TOXICOS.

En general las plantas tienen comportamiento distinto ante los problemas de salinidad y este comportamiento depende del tipo de afección (exceso de sales solubles, contenidos de Na y presencia de iones tóxicos). El contenido de sales de un suelo arriba del cual el crecimiento de las plantas y por ende sus rendimientos son alterados depende de muchos factores entre los que se pueden mencionar: textura, distribución de sales a través del perfil, el tipo o composición química de la sal, el tipo de planta y climatología (11, 13).

Cuadro 3. - Lista de cultivos y su nivel de tolerancia a las sales

CULTIVOS	% de disminución del rendimiento		
	10%	25%	50%
Cebada	12 milimhos	16 milimhos	18 milimhos
Remolacha	10 milimhos	11 milimhos	16 milimhos
Algodonero	10 milimhos	12 milimhos	16 milimhos
Cártamo	7 milimhos	11 milimhos	14 milimhos
Trigo	7 milimhos	10 milimhos	14 milimhos
Sorgo	6 milimhos	9 milimhos	14 milimhos
Betabel	8 milimhos	9.5 milimhos	12 milimhos
Espárrago	8 milimhos	8 milimhos	10 milimhos
Jitomate	4 milimhos	6.5 milimhos	8 milimhos

2.9. - PRACTICAS DE RECUPERACION DE SUELOS

Una vez que tenemos el álcali blanco se procede a realizar el lavado para obtener el suelo degradado ó Solotti. El paso siguiente es recuperar agrónomicamente ese suelo porque se lixiviaron elementos, materia orgánica y murió parte de la flora y fauna microbiana, como aún quedaron restos de sales es conveniente por unos dos años cultivar plantas halófilas como

las quenopodiaceas y algunas gramíneas como los sorgos o mijos y hasta umbelíferas como zanahoria y cilantro si hay oportunidad hay que aplicar de vez en cuando abonos verdes o estercoladuras y en cinco años obtendremos un suelo normal (3).

En lo que respecta a la recuperación de suelo salino es importante conocer el grado de costeabilidad de esa recuperación por que estudios realizados nos indican que en un suelo donde la sal se localice a más de 30 cm de profundidad la inversión en lo que azufre y yeso se requiere; no conviene porque las sales de los horizontes inferiores tendrán que aflorar continuamente en la superficie y el lavado de suelos no resolvería el problema.

Cuando se observe en un suelo características físico-químicas, que denoten problemas de sales, se recomienda hacer el primer análisis en la superficie, el segundo a -30 cm como suelo, otro análisis a los 40 y 60 cm etc, pero recordar que si a más de 30 cm encontramos sales será más práctico buscar plantas halófitas que nos den una escasa producción y no invertir en la recuperación.

La cantidad de yeso y azufre que se vaya a emplear se determina empleando un gramo de suelo cuya salinidad o alcalinidad se neutraliza con los mejoradores y bastará sacar una proporción de la siguiente manera: 1 gramo o un kg. de tierra disuelto en agua destilada se neutralizaron con X cantidad de azufre, yeso o cualquier mejorador como X volumen de tierra a una profundidad de 30 cm que es lo que se considera agricolamente costeable, por lo tanto en una ha. emplearemos la cantidad que la proporción nos indique (la cantidad de neutralizador nos la va a proporcionar un laboratorio cuando el trabajo se desea que sea preciso).

3. - MATERIALES Y METODOS

Los trabajos se iniciaron en la parte centro del Estado con estrecha colaboración del Distrito SARH de Apodaca (Fig 2), se efectuaron intensos muestreos de suelo en las zonas de Pesquería y Ramones N. L. Los análisis de las muestras se efectuaron en el laboratorio de la Facultad de Agronomía. Se determino pH, conductividad eléctrica, sodio, calcio y magnesio en muestras que se tomaron de 0-30 cm de profundidad para esta primera etapa de muestreo. Las muestras se tomaron de las zonas afectadas con sales que estaban en terrenos abandonadas o que sus rendimientos eran muy bajos por causa de los altos niveles de salinidad. También se identificó la vegetación que estaba presente en las zonas de muestreo.

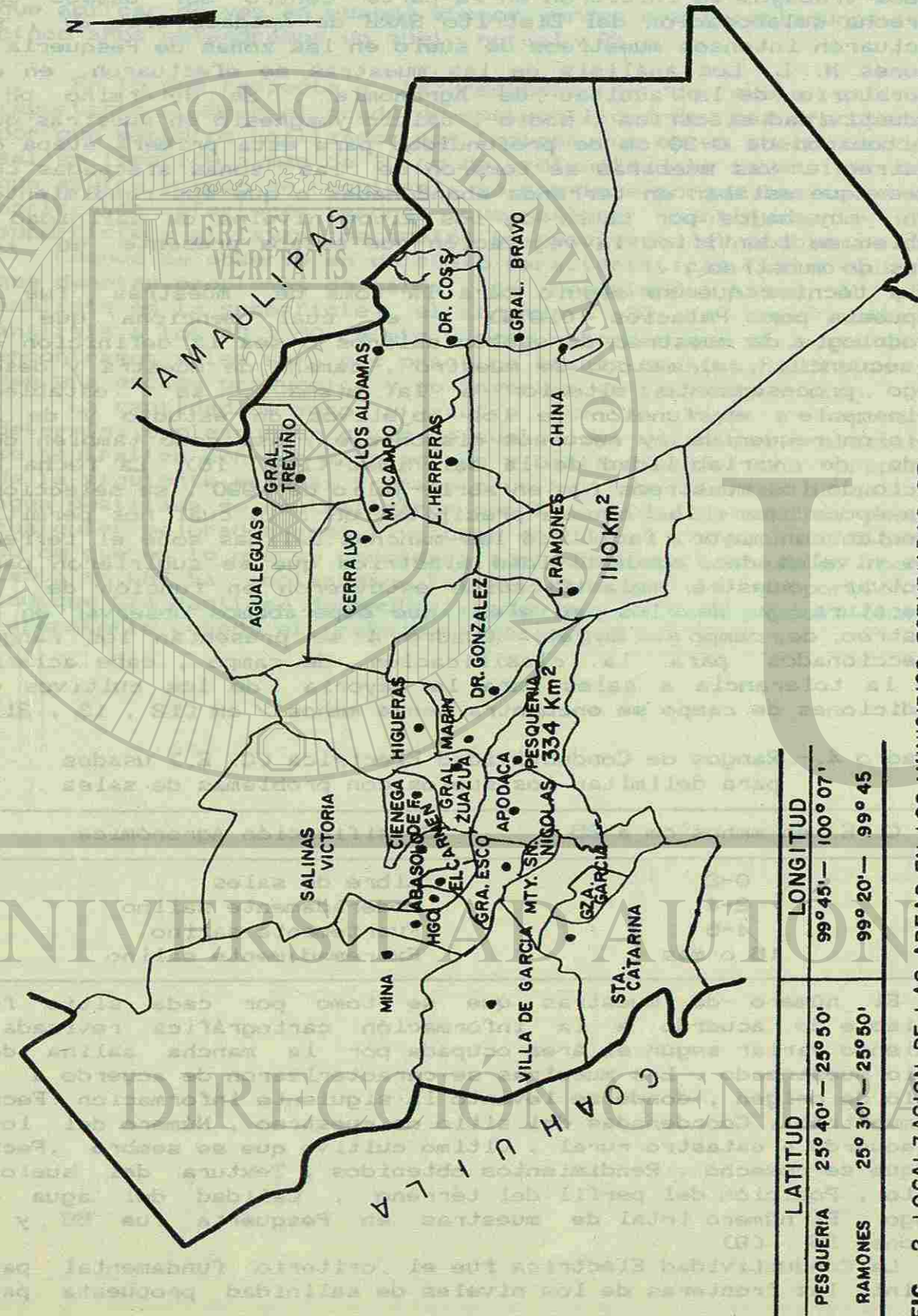
La técnica que se siguió para la toma de muestras fue la propuesta por Palacios (1974), el cual menciona que la metodología de muestreo de suelos salinos ó sea la definición de la secuencia, el método de muestro, tamaño de muestra y desde luego procesamiento ulterior a la misma, se establece básicamente en función de los objetivos de estudio y de la precisión requerida y recursos disponible, así como también del grado de variabilidad de la salinidad (15, 16). La fecha de inicio de los muestreos fue en abril-julio de 1990, se selecciono esta época por la escasa precipitación, lo cual nos permitió detectar con mayor facilidad las manchas salinas sobre el terreno. Los niveles de conductividad eléctrica que se sugirieron para efectuar nuestra clasificación estuvieron en función de la literatura y de los niveles que esperábamos observar en el muestreo de campo. En el Cuadro 4 se presentan los rangos seleccionados para la clasificación de campo, cabe aclarar que la tolerancia a sales para la mayoría de los cultivos en condiciones de campo se encuentra en 4 mmhos / cm (12, 13, 21).

Cuadro 4. - Rangos de Conductividad Eléctrica (C. E.) usados para delimitar los suelos con problemas de sales.

C. E. en mmhos cm a 25 C	Clasificación Agronómica
0-2	Libre de sales
2-4	Moderadamente salino
4-6	Fuertemente salino
16 o más	Extremadamente salino

El número de muestras que se tomo por cada sitio fue variable de acuerdo a la información cartográfica revisada, pudiendo variar según el área ocupada por la mancha salina del sitio muestreado. Las muestras se caracterizaron de acuerdo a su sitio de origen, donde se levanto la siguiente información: Fecha de muestreo, Coordenadas del sitio de muestreo, Número del lote de acuerdo a catastro rural, Ultimo cultivo que se sembró, Fecha en que se cosechó, Rendimientos obtenidos, Textura del suelo al tacto, Posición del perfil del terreno, Calidad del agua de riego. El número total de muestras en Pesquería fue 55 y en Ramones 35. (8)

La Conductividad Eléctrica fue el criterio fundamental para definir las fronteras de los niveles de salinidad propuesta para



	LATITUD	LONGITUD
PESQUERIA	25° 40' - 25° 50'	99° 45' - 100° 07'
RAMONES	25° 30' - 25° 50'	99° 20' - 99° 45'

FIG.- 2 LOCALIZACION DE LAS AREAS EN LOS MUNICIPIOS ESTUDIADOS DE PESQUERIA Y RAMONES, N. L.

las diferentes zonas, la cual se vació en cartas a escala 1:50,000 para obtener la máxima capacidad en detalle de la zona en estudio. También se determinó la Presión Osmótica por medio del uso de la siguiente fórmula $PO = 0.36 (CE \times 10)$. Los datos complementarios de Ca, Mg, Na y K fueron utilizados para calcular el Por ciento de Sodio Intercambiable (PSI) y la Relación de Absorción de Sodio (RAS) los cuales a su vez sirven para efectuar cálculos de recuperación de dichos suelos, determinando necesidad de lavado de sales y/o cantidades de azufre requeridos para reducir el nivel de sodio intercambiable (1, 4, 5, 11).

$$RAS = \frac{[Na^+]}{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}} = Me/L$$

$$PSI = \frac{100 (-0.0126 + 0.01475 RAS)}{1 + (-0.0126 + 0.01475 RAS)} = \%$$

4. - RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 5 se puede observar algunos de los datos tomados de las zonas de Pesquería y Ramones, de acuerdo a los muestreos programados. En los sitios que fueron muestreados se pudo observar que el ritmo de la evaporación era más lenta dejando una solución salina saturada, y finalmente eflorescencias salinas sobre la superficie, esto concuerda con lo expuesto por Russell (1968) el cual menciona que "un suelo que tiene una solución salina concentrada, tarda más en evaporarse, lo cual permite que la solución salina ascienda durante un tiempo mayor a la superficie que si no hubiera sales" (14).

Los propietarios de los lotes afectados comentaron que una vez que se han formado las manchas salinas en el suelo, estas crecen a expensas del suelos colindante, en vez de dispersarse sobre una área grande la pequeña mancha salina, tendiendo a incrementarse la concentración en las partes más bajas, por lo que es de especularse que la nivelación es de gran importancia, para aminorar este problema.

Cuadro 5. -Resultados de salinidad de acuerdo a los muestreos de campo, para la zona de Pesquería y Ramones N.L. 1990.

Pesquería				
Sitios	pH	C.E.	P.O.	P.S.I.
1	7.4	90	35	16
2	7.5	85	32	20
3	7.6	38	15	19
4	7.9	30	11	15
Ramones				
1	7.3	95	34	23
2	8.2	84	32	23
3	8.0	72	26	21
4	7.9	45	16	18

pH = Potencial hidrógeno ; C.E. = Conductividad Eléctrica mmhos/cm
P.O. = Presión Osmótica en bares ; PSI = Por ciento de Sodio Intercambiable.

En los sitios muestreados se pudo observar que los niveles de salinidad son extremadamente altos como para poder permitir la producción de cultivos. Esta es una primer aproximación del nivel de salinidad de la zona, pues se dio más énfasis a la parte agrícola faltando por muestrear las partes no agrícolas (zonas de pastoreo y monte abierto).

Los suelos afectados por sales en Pesquería tienen una altitud entre 250-260 msnm y en su mayor parte son planos. Las sales han aflorado del subsuelo, y se han acarreado por el agua contaminada que se usa del Río Pesquería y del Arroyo el Ayancual, el cual a su vez recibe descargas de agua contaminada de la refinera de PEMEX de Cadereyta N. L. Los suelos predominantes son Xerosoles

lúvicos y en menor proporción calcáreos, otra unidad de suelo que se presenta es la Rendzina petrocálcica y Vertisol crómico que es donde se encuentran los suelos más afectados por las sales (Fig 3)

En Ramones los suelos más afectados por sales se encuentran entre los 190-210 msnm, ubicados entre la cabecera municipal, San Antonio y La Reforma. Los riegos se efectúan principalmente con aguas del Río Pesquería y al final de la zona de riego se unen estas aguas con las del Arroyo el Ayancual. Geológicamente los suelos son aluviones o sea suelos acarreados por el agua y desde el punto de vista edafológico los suelos afectados por sales son Xerosales calcáricos y lúvicos y las partes más afectadas Fluvisoles calcáricos (Fig 4).

Cuadro 6. -Vegetación observada en las zonas afectadas por sales en los municipios de Ramones y Pesquería N.L. 1990

Nombre Común	Nombre Técnico
Saladilla	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i> L.
Tasajillo	<i>Opuntia le. ptocaulis</i> L.
Zacate pata de gallo	<i>Cynodon dactylon</i> L.
Polocote	<i>Heliantus annuus</i> L.
Rodadora	<i>Salsola kali</i> L.
Rompe viento	<i>Tamarix gallica</i>
Chaparro amargoso	<i>Castela texana</i>
Granjeno	<i>Celtis spinosa</i> var. <i>pallida</i>
Trompillo	<i>Solanum eleagnifolium</i>
Zacate álbum	<i>Sorghum</i> sp.
Zacatón alcalino	<i>Sporobolus airoides</i>
Zacate tobozo	<i>Hilaria mutica</i>
Guayacan	<i>Portleria angustifolia</i>
Palo verde	<i>Cercidium floridium</i>
Nopalillo cegador	<i>Opuntia microdasys</i>
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastra</i>

La superficie que más fuertemente se encuentra afectada con sales en Pesquería es de 430.57 ha esto en diferentes grados de salinidad siendo 299.53 de 2-4 mmhos y 131.04 de 4-25 mmhos y en Ramones 232.96 de 2-4 mmhos y 384.80 de 4-25 mmhos dando en este primer muestreo 520 ha dentro de la parte agrícola (Fig 3). De acuerdo a la información proporcionada por la SARH la superficie de tipo agrícola que se sembró en Pesquería fue de 4001 ha. y para Ramones de 2454 ha. durante 1989 esto nos da una idea de la proporción del problema, pues el área afectada con sales es relativamente grande para ambos municipios, siendo el municipio de Ramones el más afectado proporcionalmente (Fig 4).

La vegetación preponderante en estas áreas se puede ver en el Cuadro 6, se identificaron las especies de acuerdo a su presencia, al momento en que se efectuaron los muestreos de suelo (1, 4, 5).

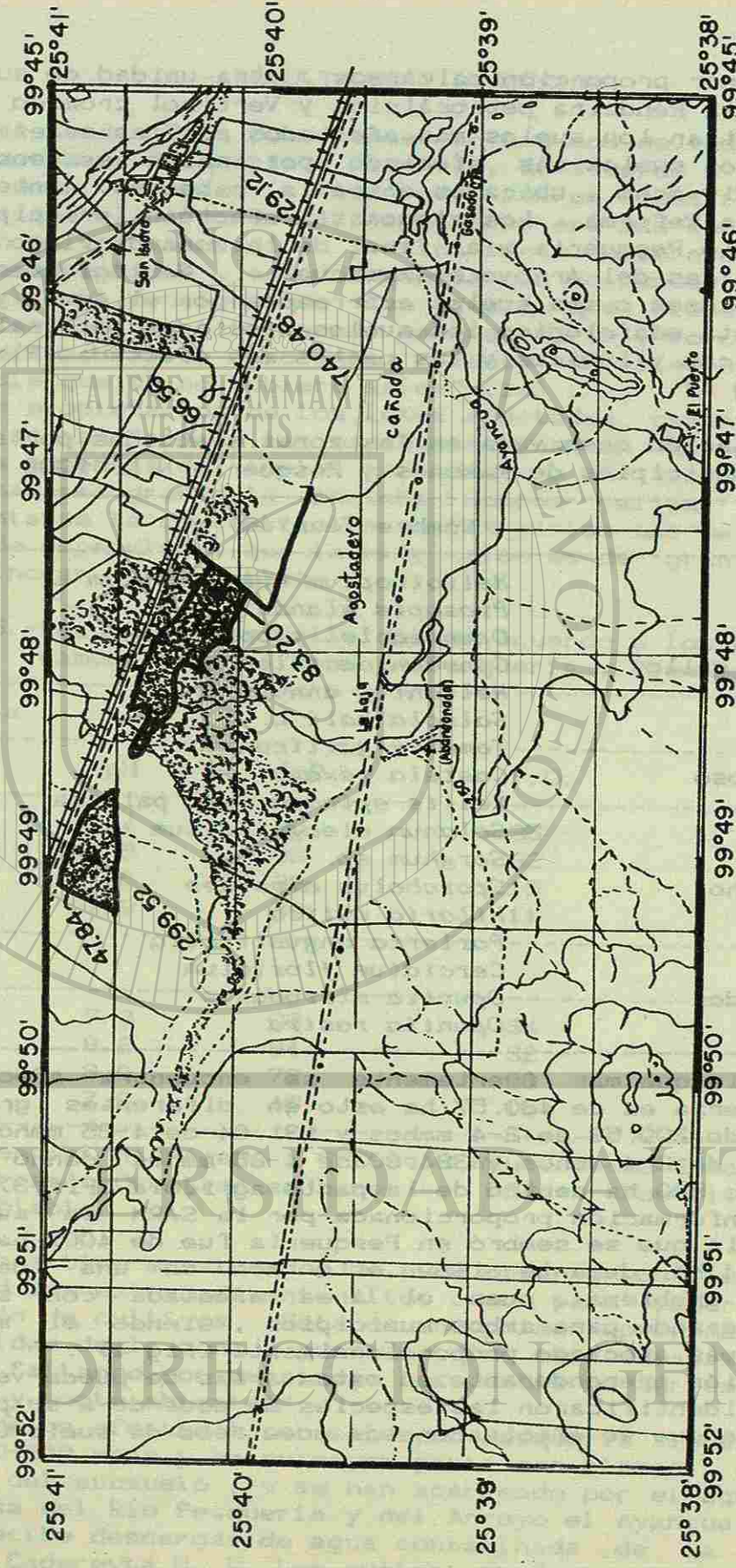


FIG. 3 ZONA AGRICOLA DEL MUNICIPIO DE PESQUERIA, N.L. MOSTRANDO LAS AREAS AFECTADAS POR SALES

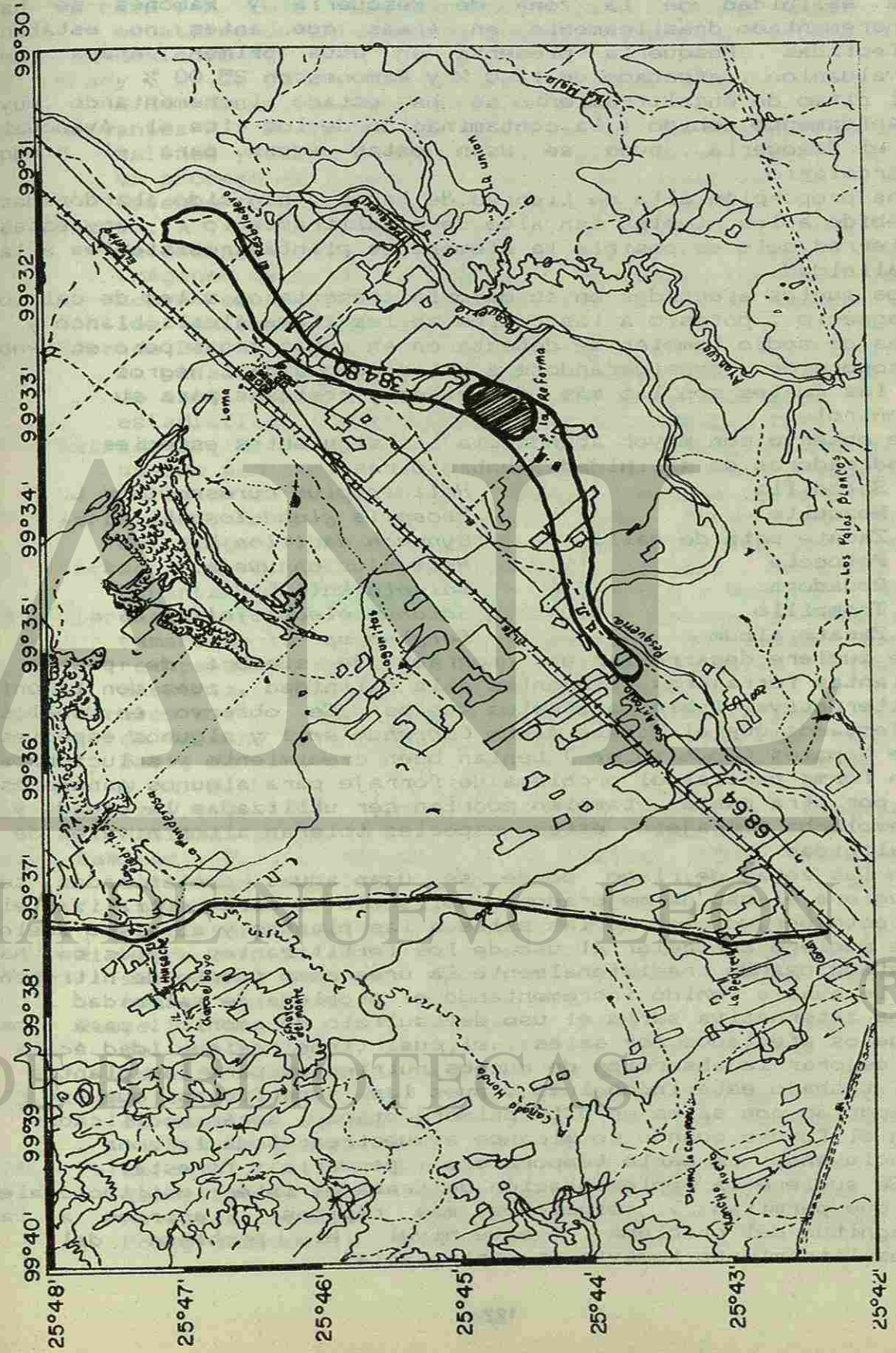


FIG. 4 ZONA AGRICOLA DEL MUNICIPIO DE LOS RAMONES N.L. QUE ESTA AFECTADA POR SALES

5. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

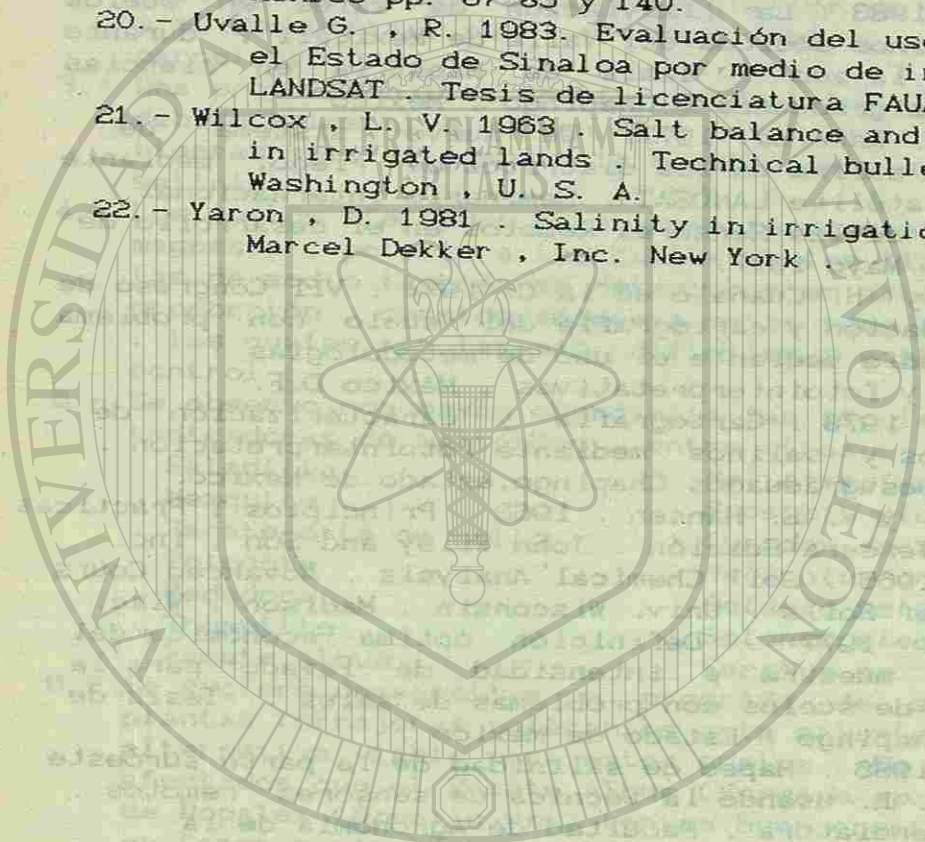
- 1.- La salinidad de la zona de Pesquería y Ramones se ha incrementado drásticamente en áreas que antes no estaban afectadas. Pesquería presenta en esta primer etapa de evaluación, afectado un 11.0 % y Ramones un 25.00 %.
- 2.- El ritmo de ensalitramiento se ha estado incrementando muy rápidamente debido a la contaminación de los ríos el Ayancual y el Pesquería, pues se usan estas aguas para el riego parcelario.
- 3.- Una proporción alta de tierras de labor, han sido abandonadas debido a los niveles tan alto de ensalitramiento, en estas tierras solo es posible la siembra de plantas resistentes a la salinidad.
- 4.- Los suelos afectados en su mayoría presentaron sales de calcio magnesio, potasio a las cuales se les llama álcali blanco y las de sodio también se detectaron en ambas zonas pero en menor proporción, considerándose a estas como álcali negros, las cuales son las más difíciles y costosas para su control.
- 5.- Se observo con mayor abundancia las siguientes especies indicadoras de salinidad, entre otras:

<p>Saladilla Mezquite Zacate pata de gallo Polocote Rodadora Trompillo Zacate album</p>	<p><i>Heliotropium curassavicum</i> L. <i>Prosopis glandulosa</i> L. <i>Cynodon dactylon</i> L. <i>Heliantus annuus</i> L. <i>Salsola kali</i> L. <i>Solanum eleagnifolium</i> L. <i>Sorghum</i> sp.</p>
---	--
- 6.- Se sugiere desarrollar un programa de siembra de pastos o plantas forrajeras tolerantes a la salinidad, pues son la única alternativa viable para estos suelos. Se observo en suelos afectados que el Zacate Album (*Sorghum* sp.) y algunos especies de Nopales (*Opuntia* sp.) tenían buen crecimiento y solucionaban en forma parcial el problema de forraje para algunos ganaderos, por otra parte, también podrían ser utilizadas la cebada y remolacha forrajera estas especies toleran altos niveles de salinidad.
- 7.- En las zonas de riego donde se usan aguas contaminadas se sugiere el uso de mejoradores del suelo, para neutralizar el efecto perjudicial de las sales a las plantas y al mismo suelo.
- 8.- Se sugiere controlar el uso de los fertilizantes, pues se ha estado usando tradicionalmente la urea como fuente de nitrógeno, lo cual a venido incrementando el problema de salinidad. Una alternativa seria el uso del sulfato de amonio, para los suelos afectados por sales, el cual tiene residualidad ácida y mejorar la absorción de muchos nutrientes para las plantas.
- 9.- El trabajo esta inconcluso, pues las superficies que se reportan con sales en esta primera etapa, serán modificadas en el futuro cuando se alcance a muestrear toda la zona, incluyendo la parte temporalera, pecuaria y forestal.
- 10.- Se sugiere la implementación de trabajos inter-institucionales, que permitan, soluciones más rápidas, acordes a la magnitud del problema. A este nivel el problema del ensalitramiento todavía es controlable.

6. - BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barraza, A. 1976. Procedimientos para elaborar mapas estatales de unidades de suelos. Guanos y Fertilizantes México, D.F.
- 2.- Brady, N. C. 1974. The nature and properties of soils. 8 Ed. Macmillan Publishing Co., Inc.
- 3.- Cervantes R., M. 1983. La lixiviación de sales en suelos salinos y salinos sódicos del Valle de Mexicali, durante un proceso de lavado. Tesis de Maestría en ciencias Colegio de postgraduados, Chapingo, México.
- 4.- Díaz J., A., y F. Ramírez. 1977. Un nuevo sistema de determinación salina en los distritos de riego, mediante imágenes de satélite LANDSAT. Seminario internacional sobre el uso de los Sensores Remotos en el desarrollo de los países. Mayo 1977.
- 5.- Estrada B., W. J y H. Cuanalo de la C. 1974. VII Congreso de la caracterización y cartografía del suelo con problema de sales y sodio mediante el uso de metodologías estadísticas y fotointerpretativas, México D.F.
- 6.- Estrada B., W. J. 1978. Cartografía y caracterización de suelos sódicos y salinos mediante fotointerpretación. Colegio de postgraduados Chapingo, estado de México.
- 7.- Israelsen, O. W. y V. E. Hansen. 1962. Principios Y Prácticas del Riego. Tercera Edición. John Wiley and Son, Inc.
- 8.- Jackson, M. L. 1965. Soil Chemical Analysis. Advanced Cours Department of Soils. Univ. Wisconsin, Madison, Wisc.
- 9.- Llerena B., F. A. 1977. Definición óptima económica del tamaño de la muestra e intensidad de lavado para la recuperación de suelos con problemas de sales. Tesis de Maestría. Chapingo. Estado de México.
- 10.- Morales M., A. 1986. Mapeo de salinidad de la parte suroeste de Galeana N. L. usando la técnica de sensores remotos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la U. A. N. L.
- 11.- Ortiz V., B. 1973. Edafología. Edit. Chapingo. Escuela Nacional de Agricultura. Texcoco. México.
- 12.- Ramírez, F., L. Sandoval y J. Villa. 1979. Detección de salinidad en los distritos de riego, mediante interpretación automática. Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia. Sep. 1979. No. 21. pp 29.
- 13.- Richards, L. A. 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial LIMUSA. Sexta edición y cuarta reimpresión. México.
- 14.- Russell, E. J. y E. W. Russell. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Cuarta Edición. Editorial Aguilar. p 693.
- 15.- Palacios, P. O. (1974). Sobre el desarrollo de una metodología de muestreo de suelos salinos. Revista Agropecuaria No. 14 E.N.A. México, D. F. pp. 3-20.
- 16.- Palacios V., O., M. Escamilla, y A. Reyes. 1982. Recopilación de artículos publicados en diferentes revistas técnicas. Centro de Hidrociencia. Colegio de Postgraduados. p. 31-33 y 54.

17. - S.R.H. 1974 . Datos estadísticos para el control de la salinidad y/o drenaje en los distritos de riego No. 41 , Río Yaqui , Sonora . Gerencia General del Estado de Sonora Zona Sur .
18. - Tisdale , S. L. y W. L. Nelson . 1987 . Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes . Edit. UTEHA
19. - Torres R., E. 1986. Agrometeorología. Editorial Diana., México pp. 67-85 y 140.
20. - Uvalle G. , R. 1983. Evaluación del uso actual del suelo en el Estado de Sinaloa por medio de imágenes de satélite LANDSAT . Tesis de licenciatura FAUANL
21. - Wilcox , L. V. 1963 . Salt balance and leaching requirement in irrigated lands . Technical bulletin 1920 . U. S. D. A. Washington , U. S. A.
22. - Yaron , D. 1981 . Salinity in irrigation and water resources Marcel Dekker , Inc. New York .



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Contaminaciones del agua subterránea por hidrocarburos clorados

Por: Dr. Michael Hofmann, U.A.N.L., Fac. de Ciencias de la Tierra, Linares

Resumen: Al principio del trabajo son presentados los hidrocarburos clorados más importantes, así como sus propiedades físicas y químicas, luego son comparados con las del agua. Para la determinación de eventos de contaminación con hidrocarburos clorados es importante conocer las posibles causas y fuentes de contaminación. El comportamiento de los h.c.c. en el suelo (zona de aeración) y en el acuífero (zona de saturación) se explica con ejemplos de modelos teóricos. Se muestran también los procesos de purificación y descomposición bacteriológica en la naturaleza.

Como ejemplo de un evento de contaminación se presenta la situación geológica, el programa de investigación y el inventario de la contaminación en una cuenca urbana de una ciudad grande e industrializada. En dicho programa de investigación se encuentra la toma de muestras de agua subterránea y el análisis de gases en el suelo mostrando los resultados. Además se hacen conclusiones sobre la causa de la polución.

1. Introducción

El uso de h.c.c. en todo el mundo ha conseguido que también los eventos de contaminación estén aumentando. Se dice que las contaminaciones del subsuelo y del agua están aumentando en todo el mundo al igual que el número de consumidores de h.c.c..

Los puntos más frecuentes del consumo de h.c.c. se encuentran en las siguientes áreas de uso comercial e industrial:

- empresas de limpieza en seco
- fábricas de química
- empresas que trabajan metales
- industria textil
- industria electrónica
- fábricas de pinturas y barnices

Eventos de contaminaciones pueden presentarse en las fábricas durante la producción, el almacenamiento, el transporte al consumidor o durante la eliminación de desechos.

Una otra fuente muy importante de una contaminación difusa se forma por los sistemas de canalización de aguas negras que son muy frecuentemente permeables y son también a veces inestables por la influencia de los h.c.c.

Como causas de accidentes de h.c.c. que aumentan sus concentraciones locales se pueden contar:

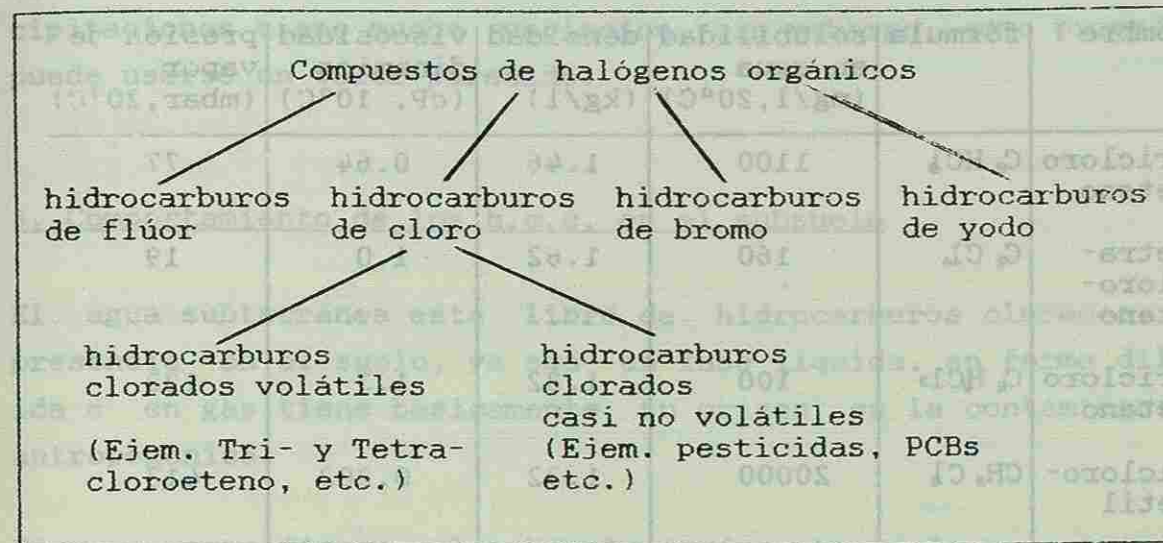
- sobrellenado de tanques
- dilatación de disolventes en tanques llenos debido al calentamiento (Ejm. por radiación solar)
- tuberías dañadas
- derrames frecuentes de restos pequeños
- fugas en canalizaciones (por disolución de empaques de goma)
- accidentes de trabajo de camiones-tanque y de vagones de ferrocarril
- depósitos de basuras clandestinos

Por eso la mayoría de las contaminaciones de aguas subterráneas por h.c.c. se pueden encontrar en manejos desordenados a causa del desconocimiento de los efectos tóxicos o por errores humanos. Evitar estos errores es en parte la tarea del hidrogeólogo. Desde el conocimiento de estas tipos de contaminaciones en el agua subterránea y en parte por las grandes masas de polución debido a h.c.c., ha causado una onda de investigaciones en Alemania durante los años 80. Hasta hoy es necesario continuar con las investigaciones.

2. Propiedades físicas y químicas de los h.c.c.

Al principio es necesario aclarar que todos los h.c.c. no son iguales, es decir que los compuestos de halógenos orgánicos difieren mucho, clara y especialmente, en sus propiedades físicas, químicas y a veces en su toxicidad.

Como guía de los compuestos de halógenos orgánicos ver la figura 1:



En este lugar se explica sólo los h.c.c. volátiles y dentro de estos sólo los más frecuentes y los más comunes. Dentro de este grupo de los compuestos de halógenos orgánicos se encuentran por Ejem. tricloroetano, tetracloroetano y 1,1,1-tricloroetano. De estas sustancias fueron producidas cerca de 150 000 toneladas en el 1982 en Alemania. El valor límite en Alemania son válidos 25 µg/l como suma total de los hidrocarburos volátiles. Agua con una concentración más alta de este límite no se permite para uso potable.

Para evaluar un evento de contaminación y para determinar la medida de la polución es fundamental conocer las propiedades físicas y químicas de estos compuestos.

Los tri- y tetracloroetanos juegan en este caso un papel muy importante. No son mezclables con el agua, son diluibles en agua y son más pesados que el agua. En un medio seco poroso estos se infiltran rápidamente, en comparación con el agua, hasta alcanzar el límite de solubilidad.

Tabla 1: Propiedades importantes para el comportamiento en el subsuelo de los hidrocarburos clorados los más empleados

Nombre	fórmula	solubilidad en agua (mg/l, 20°C)	densidad (kg/l)	viscosidad dinámica (cP, 10°C)	presión de vapor (mbar, 20°C)
tricloro-eteno	C_2HCl_3	1100	1.46	0.64	77
tetra-cloro-eteno	C_2Cl_4	160	1.62	1.0	19
tricloro-etano	C_2HCl_3	100	1.32	1.3	133
dicloro-metil	CH_2Cl_2	20000	1.32	0.202	413
agua	-	-	1.00	1.3097	23

A través de la comparación de las propiedades físicas de estos h.c.c. con las del agua, se puede ver claramente que las densidades de las h.c.c. son más altas que la del agua. Otro aspecto importante para la búsqueda y evaluación de contaminaciones en el subsuelo es la presión de vapor de los h.c.c. Esta permite a los h.c.c. volátiles salir en grandes cantidades de la superficie acuática al aire. Los h.c.c. son solubles en pequeñas cantidades en agua; en general pertenecen a líquidos que no se mezclan con el agua.

Los tri- y tetracloroetenos no adhieren tan bien como el agua a los minerales a causa de su baja tensión superficial, lo que aumenta su velocidad de filtración, los h.c.c. son en general no polares o solo poco polares. Esto tiene como consecuencia que la adsorción de partículas diluidas en el acuífero es muy baja, mientras que en suelos y rocas con compuestos orgánicos aumenta la adsorción de partículas diluidas especialmente en materiales orgánicos con mayor contenido de carbono. Esta propiedad es utilizada técnicamente en la limpieza del agua contaminada con h.c.c. y especialmente en sus propiedades físicas, químicas y a veces en su toxicidad.

La concentración de tricloroeteno en el agua de precipitación en áreas industriales en la república alemana puede ser de 0.2 µg/l. La concentración de tetracloroeteno presente en las precipitaciones tiene mucha variación, sin embargo como promedio puede usarse un valor parecido.

3. Comportamiento de los h.c.c. en el subsuelo

El agua subterránea está libre de hidrocarburos clorados. En presencia en el suelo, ya sea en fase líquida, en forma diluida o en gas tiene básicamente su origen en la contaminación antropogénica.

Para su expansión en el subsuelo es importante la poca tensión superficial, se dice en otras palabras que ellos se adhieren menos a la matriz del suelo o subsuelo que el agua.

En la zona de aeración, la expansión de h.c.c. como fase líquida sigue la acción de la gravedad de la tierra. La velocidad de filtración en comparación con la del agua (viscosidad, densidad, tensión superficial) es más alta.

3.1 Expansión como fase líquida

En la zona de aeración, la expansión se lleva a cabo en su fase líquida principalmente en forma vertical hacia abajo por el efecto de gravedad.

La velocidad de filtración aquí observada es claramente mayor que la del agua. Dependiendo de la permeabilidad y del contenido de agua de las capas filtradas se lleva a cabo, en forma local y horizontal, una expansión más o menos fuerte de los cuerpos de infiltración de h.c.c.

El que los h.c.c. lleguen al nivel freático como fase líquida depende de la cantidad de las sustancias, del proceso de in-

filtración y de la capacidad de retención de la zona de aeración. Al sobrepasar la cantidad del líquido infiltrado, los h.c.c. penetran en el cuerpo de agua subterránea debido a su mayor densidad y fluyen hasta la base del acuífero.

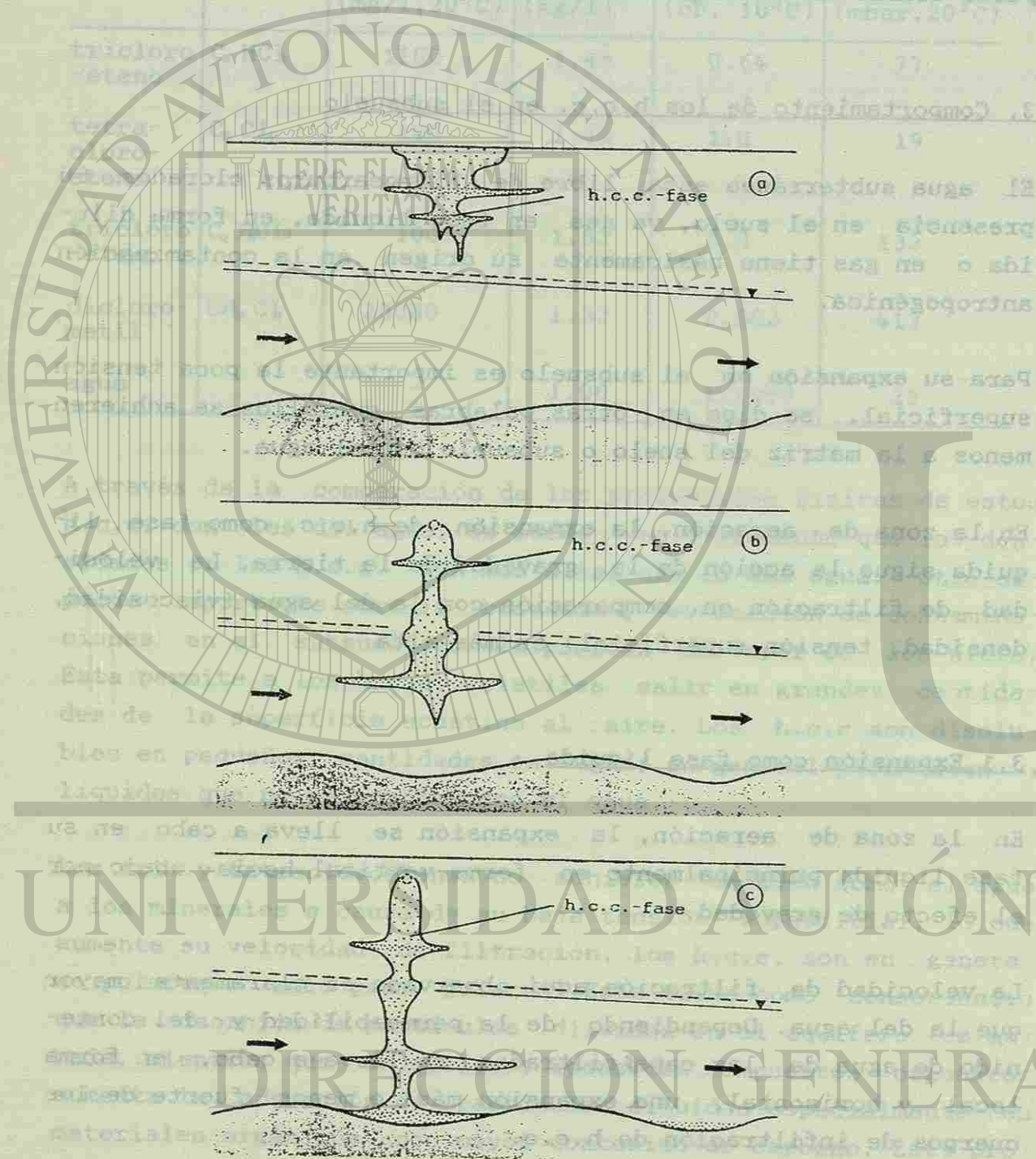


Fig. 2: La expansión de h.c.c. como fase líquida

La expansión como fase líquida de los h.c.c. va a finalizar, si no se encuentran juntos formando un cuerpo. Si forman algunas islas o gotas, los h.c.c. se van a disolver hasta la saturación residual y van a ser inmóviles. En cuencas endorreicas los h.c.c. se pueden acumular en la base del acuífero en concentraciones más alta que la saturación residual. La capacidad de retención depende de la permeabilidad de las capas y es más alta en la zona saturada que en la zona de aeración.

3.2 Expansión como fase disuelta

Entran los hidrocarburos clorados en contacto con el agua en la zona de aeración, entonces se disuelven y migran con el agua infiltrada hasta el espejo del agua freática. Los cuerpos presentes en la zona de aguas freáticas son separados en gotas por el agua subterránea y son de esta manera disueltos. Ya que la densidad de esta solución es sólo ligeramente más alta que la densidad del agua subterránea, no existe una tendencia remarcable para una deposición dentro del acuífero.

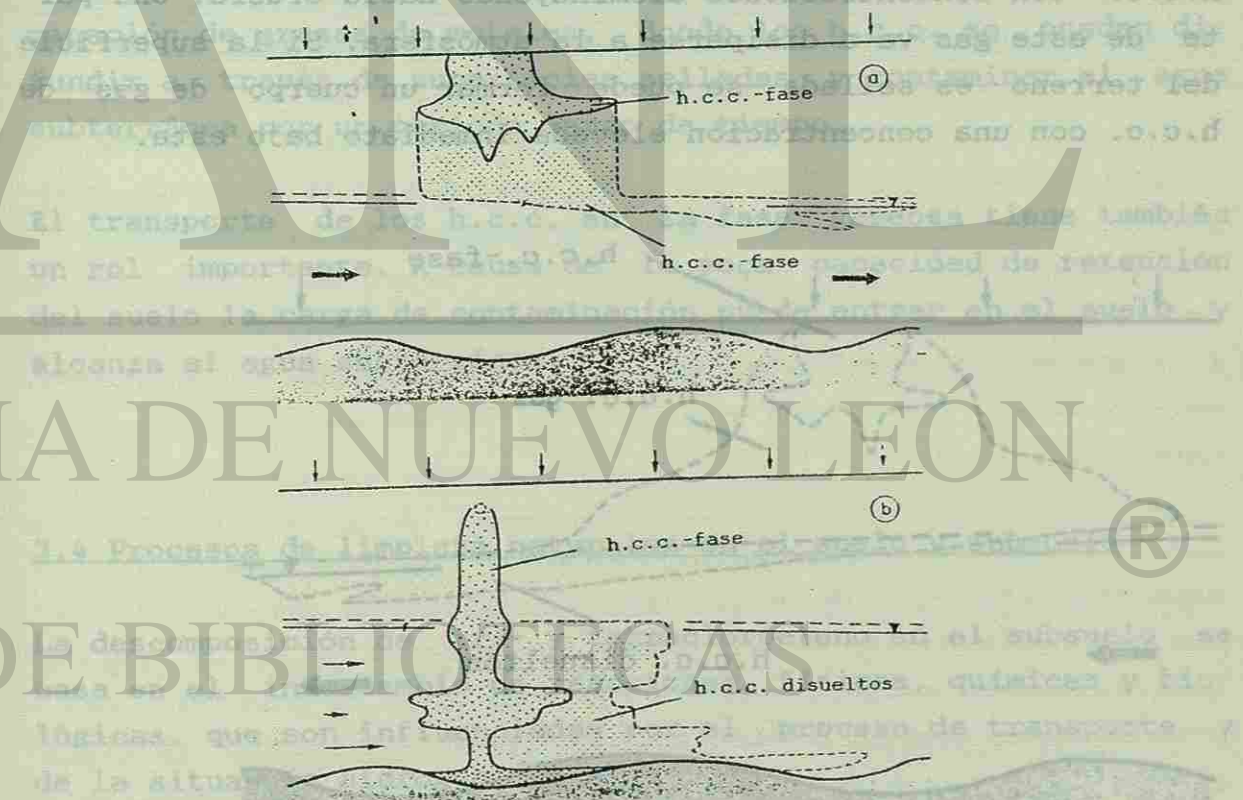


Figura 3: La expansión como fase disuelta

La expansión es determinada por la dirección y velocidad de flujo del agua freática y de la difusión transversal. Por ejem. en acuíferos de gravas se encuentra una difusión transversal de sólo pocos porcientos (max. 10 mts. en 100 mts. de distancia de flujo).

3.3 Expansión como fase gaseosa

Penetra el agua infiltrada en la zona no saturada un cuerpo de h.c.c., el agua percolada toma los h.c.c. hasta la saturación residual y avanza como solución saturada al nivel de agua subterránea. También si durante la infiltración el agua atraviesa la zona gaseosa grande alrededor del cuerpo de polución, esta se contamina y puede en su camino siguiente ensuciar el subsuelo.

Alrededor de un cuerpo de h.c.c. se forma una capa de gas de h.c.c. con concentraciones disminuyendo hacia afuera. Una parte de este gas va a disiparse a la atmósfera. Si la superficie del terreno es sellada se puede formar un cuerpo de gas de h.c.c. con una concentración elevada inmediato bajo esta.

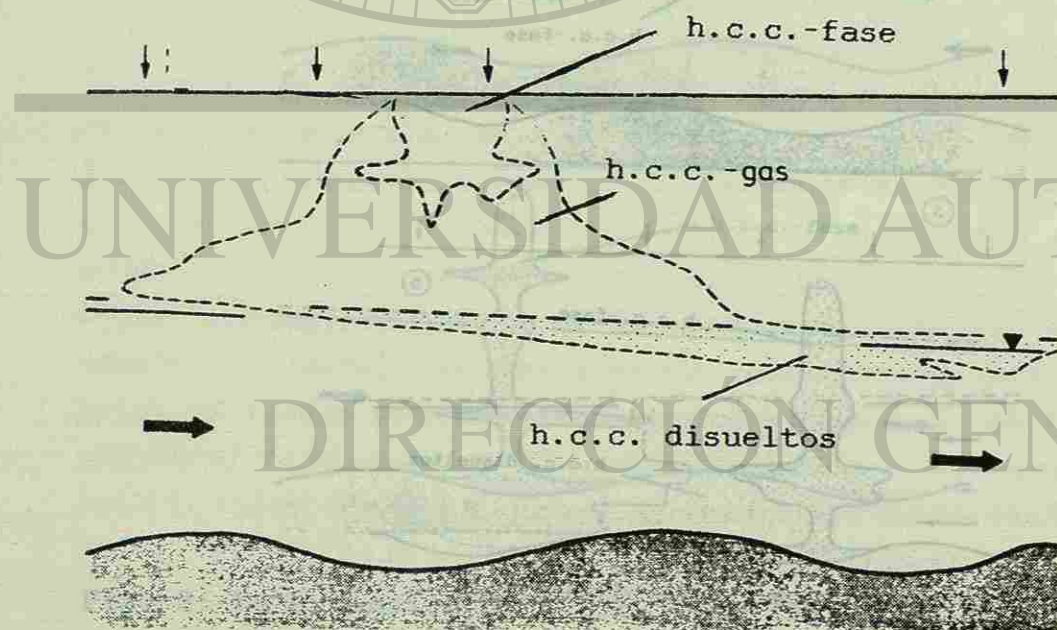


Fig. 4: La expansión como fase gaseosa

Los procedimientos de vaporación dentro del suelo constituyen la base para la localización de contaminación del subsuelo por medio de mediciones de aire en el suelo.

Tab.2: Número de vaporación y calor de vaporación (HARRESS & HOLZWARTH 1983)

medio de disolución	Número de vapor.	calor de vap. (Joule/g)
Tricloroeteno	3	241
Tetracloroeteno	9,5	210
Agua	80	2264

Según el grado de la volatilización se pueden diferenciar:

- Medio de disolución volátil fuerte-Número de vaporación <10
- Medio de disolución volátil medio-Número de vaporación 10-35
- Medio de disolución volátil difícil-Número de vaporación >35

Elevadas concentraciones de h.c.c. en el aire son conocidos de otros eventos de polución, como por ejem. en fábricas de eliminación de grasas de metales, donde los h.c.c. se pueden difundir a través de superficies selladas y contaminar el agua subterránea por un período largo de tiempo.

El transporte de los h.c.c. en la fase gaseosa tiene también un rol importante. A causa de la poca capacidad de retención del suelo la carga de contaminación puede entrar en el suelo y alcanza al agua subterránea.

3.4 Procesos de limpieza naturales en el suelo y subsuelo

La descomposición de tri- y tetracloroeteno en el subsuelo se basa en el intercambio de reacciones físicas, químicas y biológicas, que son influenciadas por el proceso de transporte y de la situación hidrogeológica.

Sobre la descomposición biológica en sistemas acuáticos no se pueden dar datos exactos a causa de la falta de informaciones e investigaciones. En general es válido que microorganismos no pueden descomponer el tri- y el tetracloroetano y si pueden descomponerlos, sólo lo hacen un poco lenta y difícilmente.

La fotólisis, la oxidación, la vaporización y la hidrólisis son las más importantes factores de descomposición abiótica. Sobre estos procesos, en situaciones comparables, también no existen muchos datos exactos hasta hoy. La intensidad de estas reacciones naturales es diferente. En la zona saturada los procesos de disolución y precipitación juegan un papel importante, en la zona de aeración otras reacciones tienen una importancia más grande. El máximo de intensidad de la descomposición se espera en horizontes de suelo con la mayor actividad bacterial.

La capacidad de limpieza es generalmente más alta en sedimentos no consolidados que en sedimentos consolidados; los sedimentos no consolidados poseen una porosidad más alta y por eso una superficie más grande para la colonización de microorganismos, así como para la absorción, desorción e intercambio iónico. Además la distribución de los poros más o menos homogénea favorece el intercambio de gases, la filtración y la evaporación. Por otra parte, el agua corre en sedimentos no consolidados, en las direcciones horizontales y verticales, frecuentemente más lenta que en las sedimentos consolidados, entonces las reacciones ya nombradas poseen más tiempo para la descomposición.

Sólo con las informaciones de todos los factores nombrados y especialmente de los mecanismos de expansión de los h.c.c., con sus diferencias en la zona de aeración y en la zona de saturación, es posible evaluar la medida de la polución más o menos correctamente. Además, es importante conocer la situación geológica e hidrogeológica del área de contaminación.

4. La contaminación del agua subterránea en un área urbana

En este caso se presenta un ejemplo por un área contaminada en una ciudad grande, donde toda la superficie esta sobreconstruida. Casas, calles, caminos y patios interiores impiden el paso de la lluvia casi totalmente al suelo. En este ejemplo se trata de la ciudad de Munich, en el Sur de Alemania.

La situación geológica del subsuelo más profundo es muy bien conocida por la construcción del metro y de perforaciones de pozos en esta área. El subsuelo se constituye de un acuífero de gravas de 10 a 18 m. de espesor, del tiempo glacial de Riß y de Würm de la "Münchener Schotterebene".

Las diferencias en los espesores de los sedimentos cuaternarios no consolidados sobre el Terciario, son atribuidas a la pendiente general de la superficie del terreno de SE-NW. La morfología del Terciario muestra por el contrario una clara diferencia en la forma, con una loma cerca del centro del área de investigación. Las gravas cuaternarias poseen una composición de granos en promedio como sigue:

Tab. 3: Distribución de granos en los sedimentos cuaternarios

ϕ mm	50	50-20	20-10	10-2	2
%	6,5	para cada caso	20-30	14-22	

A causa de esto es común que aparezcan en el agua velocidades muy altas, de igual manera existe una capacidad de almacenamiento mayor. Para la velocidad de distancia se pueden calcular valores de 10-20 mts por día y para la capacidad de almacenamiento cerca de 30 Vol.%.

Abajo de estas gravas cuaternarias se encuentran arcillas y margas de "Flinz" que funcionan como un aquitardo.

La situación hidrogeológica se presenta como sigue. La figura 5 muestra las líneas piezométricas en el área de investigación antes de la contaminación (situación en Agosto del '81). Se reconoce si los dueños extraen agua el nivel se abate considerablemente en esta área.

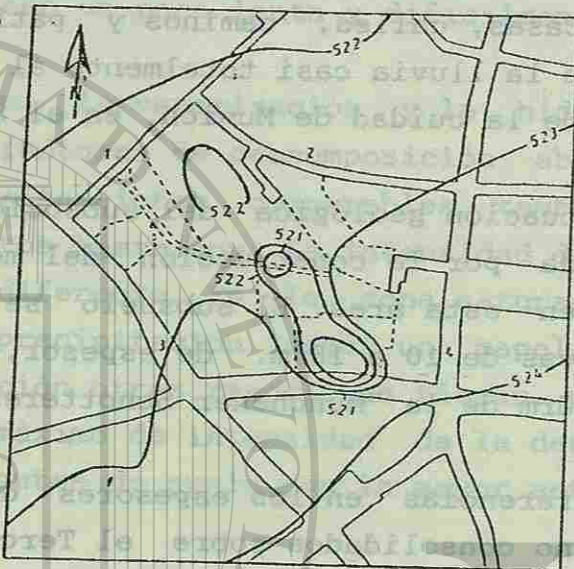


Fig. 5: Líneas piezométricas (Agosto 81)

Después de la contaminación los dueños no pudieron usar el agua de la primera capa bajo la superficie y la extracción fue parada. A causa de eso se presenta de nuevo el sistema de flujo natural. Las figuras 6, 7 y 8 muestran las líneas piezométricas al tiempo de las tres días de muestreo (Junio en '86, Agosto en '86 y Noviembre '86). Claramente se puede ver la dirección general de la corriente de SE a NW. Las desigualdades de la corriente natural se deben a la extracción de agua en los pozos uno o dos días antes de la toma de pruebas.

Para una apropiada toma de muestras en el área de investigación no se necesitaron algunas medidas de preparación. La evaluación del evento de contaminación se facilitó por el gran número de perforaciones en esta área, que fueron realizadas antes y durante la construcción del metro, directamente bajo el suelo del área.

La toma de muestra esencial prosigue después de cerca de 15 min. de extracción de 6 l/s. En estos casos se empleó una bomba de aire a compresión, en donde la circulación del aire no está en contacto con la circulación del agua. Después se mi-

dieron la temperatura y la conductibilidad eléctrica del agua. Posteriormente se tomaron 250 ml. de agua subterránea, se llenaron en botellas de vidrio hasta derramarse y se sellaron.

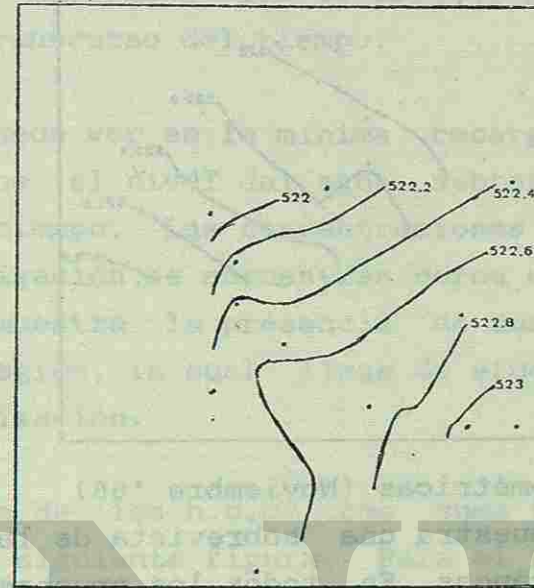


Fig. 6: Líneas piezométricas (Junio '86)

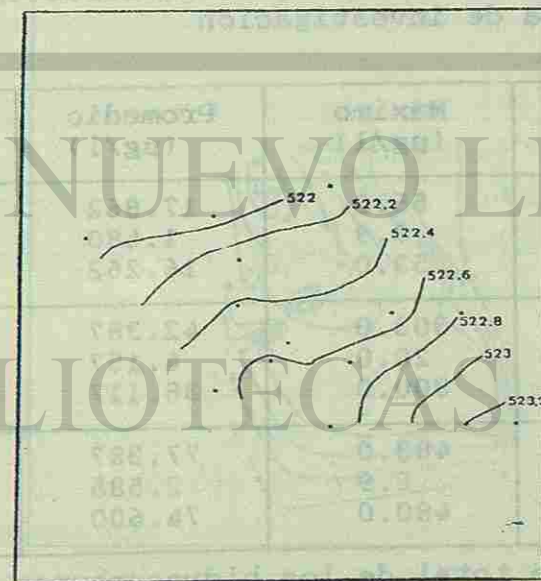


Fig. 7: Líneas piezométricas (Agosto '86)

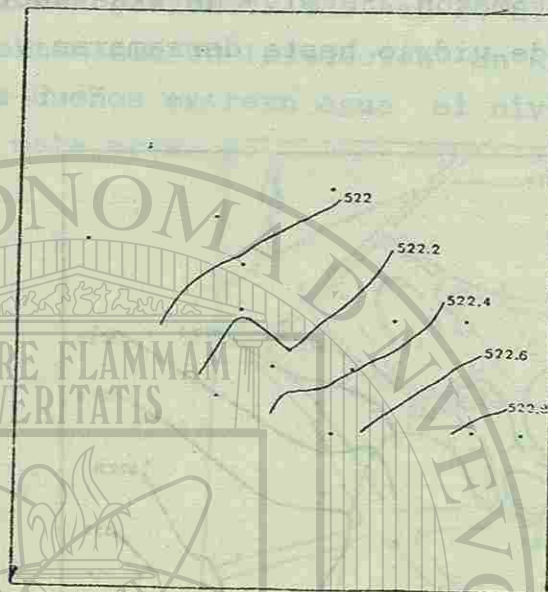


Fig. 8: Líneas piezométricas (Noviembre '86)

La siguiente tabla muestra una sobrevista de la contaminación de las aguas subterráneas. En todos los pruebas se han medido las concentraciones de cloroformo, bromodichlorometano, dibromoclorometano, bromoformo, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetano, tetracloroetano, diclorometano y tetraclorocarbono. Además el aspecto óptico, el olor, la temperatura, la conductibilidad eléctrica, la profundidad de los pozos y los niveles estáticos del agua subterránea.

Tab. 4: Concentraciones de tri- y tetracloroetano en los aguas subterráneas del área de investigación

	Mínimo ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Máximo ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Promedio ($\mu\text{g}/\text{l}$)	STD ($\mu\text{g}/\text{l}$)
H.c.c. 1	0.9	55.0	17.862	17.085
Tri 1	0.1	9.9	1.580	2.198
Tetra 1	0.5	53.0	16.262	16.692
H.c.c. 2	1.1	303.0	42.387	63.120
Tri 2	0.2	20.0	4.157	4.368
Tetra 2	0.7	300.0	38.117	63.375
H.c.c. 3	0.7	483.0	77.387	132.604
Tri 3	0.1	6.9	2.585	1.699
Tetra 3	0.2	480.0	74.600	132.310

(H.c.c. 1 es la suma total de los hidrocarburos clorados en la muestra del primer día, etc.)

Sólo las concentraciones de tri- y tetracloroetano fueron demostrables en los intervalos de medición de los aparatos y en algunos lugares se pudo medir también 1,1,1-tricloroetano y cloroformo. En general se encontraron las concentraciones de tetracloroetano mayores a las de tricloroetano y éstas aumentaron con el transcurso del tiempo.

La causa se puede ver en la mínima recarga del agua subterránea, puesto que el nivel del agua subterránea estaba también bajo al mismo tiempo. Las concentraciones de h.c.c. fuera del área de investigación se encuentran cerca de 8 a 10 $\mu\text{g}/\text{l}$. Esta concentración muestra la presencia de una contaminación base difusa en la región, la cual llega de afuera hacia adentro del área de investigación.

La distribución de los h.c.c. como suma total en el área se muestran en la siguiente figura. Para el primer día de prueba la contaminación principal se encuentra en los pozos del NW, otra contaminación importante existe en una perforación en el centro del área. Los altos valores en los pozos, donde la contaminación principal es mayor, están relacionados probablemente con la extracción de agua en los mismos.

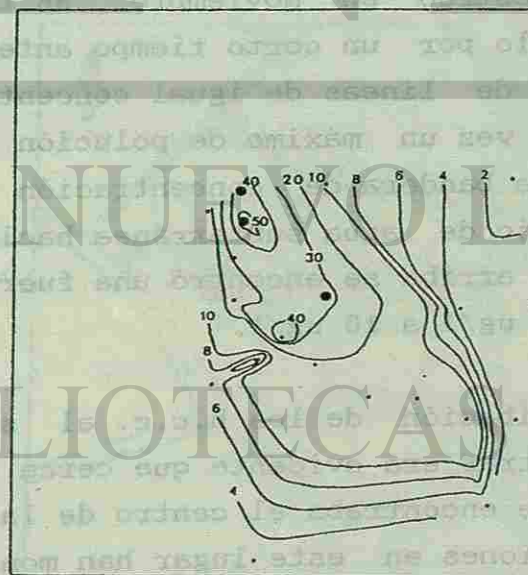


Fig. 9: Concentraciones de los h.c.c. en el área de investigación (agua)

Al segundo día de toma de muestras, la extracción en los pozos se disminuyó y un pozo más fue muestreado. En general las concentraciones resultaron mucho más altas. Además una cosa importante fue que en el nuevo pozo muestreado, se encontró la más alta concentración de h.c.c. con un valor total de 300 $\mu\text{g/l}$.

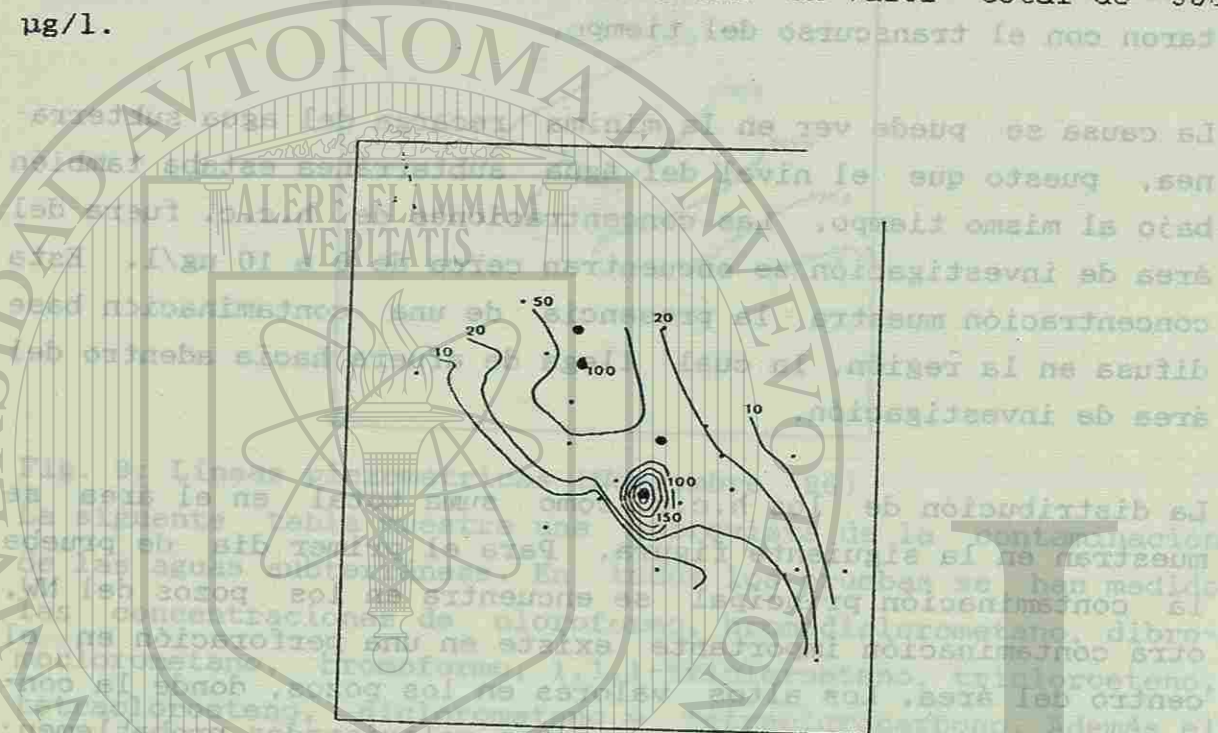


Fig.10: Concentraciones de los h.c.c. en el área de investigación (agua)

Al tercer día de muestreo en Noviembre '86 todos los pozos fueron conectados sólo por un corto tiempo antes del tomado de las pruebas. El mapa de líneas de igual concentración de este tiempo, muestra otra vez un máximo de polución del pozo en el SE del terreno y una bandera de concentración clara siguiendo la dirección del flujo de agua subterránea hacia el NW. En la dirección corriente arriba se encontró una fuerte pendiente de concentración de 480 $\mu\text{g/l}$ a 10 $\mu\text{g/l}$.

A causa de la distribución de los h.c.c. al segundo y tercer día de toma de muestras era evidente que cerca de los pozos en el SE del terreno se encontraba el centro de las contaminaciones. Las investigaciones en este lugar han mostrado que allí se localizaba un almacenamiento de hidrocarburos clorados para eliminar grasas de metales.

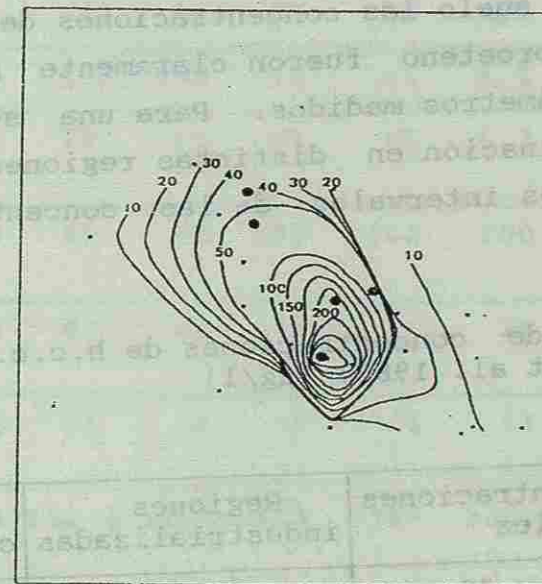


Fig.11: Concentraciones de los h.c.c. en el área de investigación (agua)

Finalmente se determinó el contenido de h.c.c. en el aire del suelo. De la figura 12 se muestra la situación de los puntos de muestreo de gas del suelo. Por razones técnicas no todas las partes del terreno eran igualmente bien accesibles. Sin embargo se pueden obtener indicaciones útiles para la distribución de los h.c.c. en el lugar de investigación.

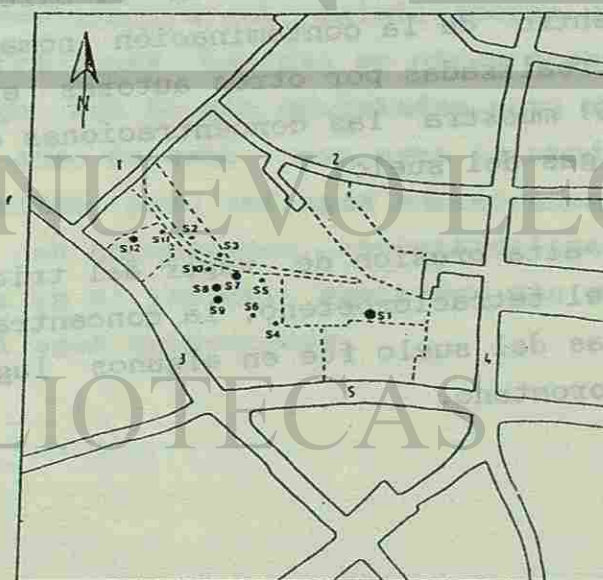


Fig.12: Puntos de la toma de muestras de gas en el área de investigación

Parecido como en el agua subterránea, se encuentran también que en el gas del suelo las concentraciones de los componentes de tri- y tetracloroetano fueron claramente más altas que el resto de los parámetros medidos. Para una sobrevista de la cantidad de contaminación en distintas regiones, la tabla siguiente muestra los intervalos de las concentraciones en el aire del suelo.

Tab. 5: Intervalos de concentraciones de h.c.c. in diferentes regiones (HARRESS et al. 1983) (µg/l)

	Concentraciones normales	Regiones industrializadas	Regiones contaminadas
Tricloroetano	1 - 20	20 - 200	1 Mio.
Tetracloroetano	5 - 30	30 - 300	1 Mio.
1,1,1-Tri-cloroetano	n.n. - 10	10 - 100	1 Mio.

La clasificación muestra que los valores del gas del suelo se encuentran en el intervalo para áreas industriales. Por otro lado contaminaciones mucho más altas en el aire del suelo se localizan en el centro de la contaminación nómada. Mediciones similares fueron realizadas por otros autores en el área. La siguiente tabla (6) muestra las concentraciones de los h.c.c. en las pruebas de gas del suelo.

En base a la más alta presión de vapor del tricloroetano, al contrario de la del tetracloroetano, la concentración del tricloroetano en el gas del suelo fue en algunos lugares más alta que la del tetracloroetano.

Tab. 6: Resultados de los análisis de gases del suelo (µg/l)

Parámetro	S1	S2	S5	S7	S8	S9	S10	S11	S12
cloroformo	<1	1.2	2.0	<1	<1	1.1	<1	<1	<1
1,1,1-tri-cloroetano	10	12	<1	<1	<1	6.3	3.0	3.0	3.0
tricloro-eteno	268	15	<1	183	142	200	65	5	135
tetra-cloroetano	985	83	<1	<1	5	24	<1	<1	<1
tetracloro-carbono	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
suma total	1263	111.2	2.0	183	147	230.3	68.0	8.0	138

Resumiendo se puede decir que ciertamente en el centro del área de investigaciones había una contaminación local predominantemente con tetracloroetano y tricloroetano. Además por la extracción del agua subterránea como también por el transporte, la difusión y dispersión desarrolló una bandera de contaminación que se expandió del centro hacia la dirección NW. Corriente arriba del centro de contaminación se encontró que las concentraciones de h.c.c. son claramente más bajas. Por otro parte es importante mencionar que las concentraciones en el área de investigación son relativamente un poco más altas que las concentraciones básicas en otras áreas industrializadas, sin embargo aún no son apropiadas para abastecimiento de agua potable o como en este caso para la producción de alimentos. Bajo el primer piso del agua subterránea, en el horizonte terciario, no se encontraron concentraciones elevadas. Las concentraciones en el gas del suelo son más o menos del mismo orden que en el agua subterránea.

5. Bibliografía:

ATRI, F.R. (1985): Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt- Schriftenr. Verein Wasser-, Boden- und Lufthygiene 60; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERFORSCHUNG (1987): Organische Schadstoffe-Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe; Bericht 1987; München.

EXLER, H.J. (1967): Hydrogeologische Profile der U-Bahn-Trasse zwischen Haupt- und Ostbahnhof der Landeshauptstadt München, Dt. gewässerkundl. Mitt., Sonderheft, Koblenz.

HARRESS, H.M. & HOLZWARTH, W. (1983): Sanierungsmöglichkeiten bei Boden- und Grundwasserunreinigungen mit leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen, Z.d.t.geol.Ges., 134, Teil 3, Hannover.

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG (1982): Leitfaden für die Beurteilung und Behandlung von Grundwasserunreinigungen durch leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen, Heft 13, Stuttgart, Stand August 1983.

UDLUFT, P. & HOFMANN, M. (1987): Gutachten zur Feststellung von Verunreinigungen de Untergrundes und des Grundwassers durch Halogenkohlenwasserstoffe, peritaje no publicada, München, Alemania.

CALIDAD DEL AGUA DE LA CIUDAD DE LINARES, NUEVO LEON A TRAVES DE ANALISIS FISICOQUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS*

L.A. Hauad M. **
E. G. Rodríguez P. ***
R. Foroughbakhch P. ****

RESUMEN

La contaminación por agentes entropatógenos del agua de beber, sigue siendo uno de los problemas de salud pública más importantes a resolver en los países tercermundistas, de tal manera que cualquier estudio que se lleve a cabo a cerca de la polución acuífera en nuestro país, reviste de una gran importancia.

Históricamente se ha concedido mayor prioridad al abastecimiento de agua que a su saneamiento, esto aunado a la eliminación de aguas residuales u excretas constituye un riesgo enorme para la salud, repercutiendo también de manera muy significativa en la calidad de vida y en el deterioro del medio ambiente.

En un gran número de infecciones gastrointestinales el agua contaminada con materia fecal actúa como una fuente de contaminación provocando en el hombre cuadros diarricos y disentricos, que van desde leves hasta aquellos que pueden provocar la muerte (*Vibrio cholera*), de ahí la importancia de detectar las aguas insalubres, utilizando estándares microbiológicos de calidad de agua.

Este estudio ofrece al Ingeniero Sanitario los límites de calidad de agua, principalmente para coliformes totales, fecales y mesofílicos como organismos indicadores de contaminación. El monitoreo se llevó a cabo durante un año. Se tomaron muestras en forma mensual para el análisis fisicoquímico y bimensual para el análisis bacteriológico. Los resultados obtenidos revelan una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) en el índice de contaminación entre las aguas de pozos muestreados en la región de Linares, N.L.

- * Solo resumen
** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
Laboratorio de Química, Linares, N.L.
*** Facultad de Medicina, U.A.N.L.
Depto. de Microbiología, Monterrey, N.L.
**** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
Depto. Agroforestal, Linares, N.L.

EL AGUA EN EL MANEJO FORESTAL

Oscar A. Aguirre Calderón *
Javier Jiménez Pérez *

RESUMEN

Actualmente el agua, tipificada como un recurso de origen forestal, ha cobrado gran importancia en el marco de las actividades de manejo de recursos forestales, dada la gran influencia que los bosques tienen en las diferentes fases del ciclo hidrológico. En el Noreste de México, particularmente en el área de captación del agua que abastece a la Ciudad de Monterrey, este nuevo enfoque, denominado *Manejo Integral Forestal*, tiene gran importancia, ya que las cuencas hidrográficas de tal área son manejadas en buena medida por Unidades de Conservación y Desarrollo Forestal. Bajo el enfoque del Manejo Integral Forestal, un objetivo básico es mantener la producción de bienes y servicios hidrológicos, lo que demanda una nueva conciencia forestal y plantea necesidades de investigación de muy diversa índole. En el manejo forestal, la cuantificación de los bienes y servicios del bosque en diferentes zonas y el planteamiento de objetivos diferentes de manejo en función de los valores del recurso, obliga a la investigación y adopción de técnicas modernas para la toma de decisiones. Por otro lado, la planeación y ejecución de las medidas planeadas debe sustentarse en el conocimiento científico del recurso bajo manejo. Así, la investigación de la influencia de los bosques sobre el agua debe ocupar un plano preponderante. El papel del dosel forestal en la intercepción, escurrimiento, infiltración, evapotranspiración, etc., es información necesaria para la planeación de niveles de densidad del arbolado donde los bosques, como en el caso del Noreste de México, tienen también una función como productores de madera. Además de la influencia de los bosques sobre la cantidad de agua producida en una cuenca, es importante cuantificar la influencia del bosque en la calidad del agua, mermada en gran medida cuando, por prácticas inadecuadas de manejo forestal, se presenta la erosión y aumenta el contenido de sólidos en el agua, provocando, entre otros efectos, el asolvamiento de obras de captación aguas abajo.

* Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
A.P. # 41

67700 Linares, N.L. [Tel. 91(821)24895, FAX: 24251]

EL AGUA EN EL MANEJO FORESTAL

Oscar A. Aguirre Calderón *
Javier Jiménez Pérez *

1. INTRODUCCION

La influencia de las masas arboladas en el ciclo hidrológico se ha reconocido desde hace tiempo. No obstante lo anterior, los sistemas de administración y manejo de los recursos naturales bosque y agua evolucionaron en México por caminos distintos en muchos de los casos; esta tendencia de disociación se ha revertido en los últimos años, motivada por el reconocimiento de que los recursos naturales deben de aprovecharse en forma integral para garantizar su preservación.

En este trabajo se revisan brevemente las influencias de los bosques sobre el agua, se presentan diversos aspectos del papel del agua en el manejo forestal, y se discuten avances y necesidades de investigación en este marco.

2. EL BOSQUE Y EL AGUA

Los macizos forestales juegan un papel importante en las diferentes fases del ciclo del agua. Al ocurrir las precipitaciones, los árboles interceptan la lluvia evitando su impacto directo sobre el suelo, esta intercepción causa, sin embargo, que parte del agua precipitada se pierda por evaporación. Una porción del agua interceptada por las copas se desliza por los fustes o cae de las ramas llegando finalmente al suelo. Dependiendo de las características de

* Maestro Investigador. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.

este y del tipo de cubierta que presente, el agua se infiltra o escurre sobre la superficie. La que se infiltra escurre en forma subsuperficial o subterránea, se deposita en el manto freático o es absorbida por los árboles. En este último caso, parte del agua regresa a la atmósfera por transpiración. El agua que escurre superficialmente forma arroyos o cuerpos de agua; la magnitud y velocidad de tal escurrimiento es sensiblemente menor en las áreas boscosas que en las desprovistas de vegetación.

En reciprocidad a la influencia del bosque sobre el agua, ésta influye sobre las masas arboladas determinando su existencia, así como su crecimiento y desarrollo.

De la somera descripción anterior se reconoce la relación estrecha entre el agua y el bosque y del papel regulador de éste sobre el ciclo hidrológico. Este conocimiento ha llevado a catalogar el agua como un recurso de origen forestal, por lo que el manejo de cualquiera de estos dos recursos sin la consideración del otro pondría en riesgo su persistencia.

Si bien los recursos agua y bosque muestran una clara dependencia, los niveles de producción o cosecha de los mismos en una cuenca o región determinada, generalmente no se presentan en relación directamente proporcional. Si se conceptúa la producción de agua en función de la que se capta producto de los escurrimientos y la de los bosques considerando la cantidad de madera a cosechar, se observará que, bajo condiciones de sitio similares, en bosques densos la producción de agua es menor que en los aclareados, principalmente empleando el sistema de franjas. Esto se explica por el gasto de agua que ocasionan los árboles por evaporación y transpiración, amén del alto porcentaje de este líquido que los árboles contienen. Tal situación expone a los objetivos producción de agua y producción de madera como competitivos en cierto grado. De importar sólo la cantidad

del agua producida, probablemente se recomendaría reducir los niveles de densidad de los bosques. Sin embargo, tanto o más importante que la cantidad del agua producida por una cuenca es la calidad de la misma, expresada principalmente por la cantidad de sólidos orgánicos o inorgánicos suspendidos, el contenido de minerales y la temperatura.

El bosque influye en forma importante sobre la calidad del agua; macizos forestales de alta densidad son muy efectivos contra la erosión pues el escurrimiento superficial ocurre en forma lenta y evitan, por ello, que las partículas del suelo se incorporen a los cauces.

Los contenidos minerales del agua infiltrada o escurrida dependen también de la vegetación presente en la cuenca. En las áreas arboladas, las cantidades de materia orgánica depositada, el intercambio con el subsuelo y la actividad biológica son diferentes a las de las áreas taladas, liberando diferentes cantidades de minerales a las corrientes.

Por lo que respecta a la temperatura del agua, los bosques tienen una influencia importante principalmente en las riberas de las corrientes. En estas áreas los árboles consumen grandes cantidades de agua, pero por la sombra que proyectan, mantienen la temperatura de la misma generalmente baja, permitiendo la presencia de algunas especies de peces y evitando la proliferación de algas y otras plantas acuáticas no deseadas.

3. EL MANEJO FORESTAL Y EL AGUA

La concepción actual del aprovechamiento de los recursos forestales en México se sintetiza en el concepto Manejo Integral Forestal. Esto significa que los recursos forestales

deben aprovecharse considerando sus interacciones con los recursos asociados, tomando en cuenta, además, el contexto socioeconómico de cada región forestal.

El marco legal del manejo integral forestal está contenido en la Legislación Forestal y de Caza y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ambas leyes establecen que los aprovechamientos forestales deberán darse bajo esta filosofía. Por ello, las Unidades de Conservación y Desarrollo Forestal, instancias responsables de la administración de los recursos forestales del país, planean y ejecutan sus tareas con una nueva concepción en la que el agua ha ganado un papel de primer orden, pues la regulación adecuada de este recurso se da sólo si se manejan en forma óptima los recursos asociados que sustenta la cuenca hidrográfica.

Así, en algunas regiones del país las unidades básicas de manejo forestal, tradicionalmente tipificadas en función de características fisiográficas y de vegetación, han sido sustituidas por subdivisiones de las diversas regiones hidrológicas, a nivel de áreas caracterizadas como cuencas, subcuencas o microcuencas.

Las actividades encaminadas al aprovechamiento del recurso bosque deben garantizar su preservación para asegurar el rendimiento sostenido de su valor protector sobre el agua. Por ello, las prácticas de manejo forestal deben orientarse, como uno de los objetivos principales, a optimizar el rendimiento y la calidad del agua y, en aquellas áreas que lo requieran, a la implementación de prácticas que coadyuven a la restauración hidrológico forestal.

Considerando el aprovechamiento de los recursos maderables, la medida más importantes para garantizar que en una cuenca se produzca agua en la cantidad y con la calidad que se

desea, es el mantenimiento de una densidad y distribución adecuada de los árboles. Niveles óptimos de densidad deben mantenerse en función de las dimensiones del arbolado, la topografía del terreno, las características del suelo, etc.

Por otra parte, en la planeación y construcción de brechas y caminos de saca, es importante considerar el efecto de los mismos sobre las corrientes.

En la práctica forestal, el nivel de conocimiento de las relaciones bosque y agua es muy distinto en diversas regiones del país. Por ello, las medidas de mitigación del impacto de los aprovechamientos maderables sobre el agua presentan diversos grados de sofisticación. En el Estado de Nuevo León en particular, el instrumental cartográfico empleado con fines de manejo forestal contempla las divisiones dasocráticas tradicionales como son rodales y subrodales. Sin embargo, en los estudios de manejo integral vigentes se contempla la protección del agua, principalmente excluyendo del aprovechamiento comercial las áreas aledañas a cuerpos de agua, las riveras de los ríos y arroyos, así como las márgenes de los caminos.

Asimismo, en el estado se llevan a cabo trabajos de reforestación en áreas erosionadas con la finalidad de restaurar el sistema hidrológico forestal. El efecto de tales actividades deberá reflejarse a mediano plazo aguas abajo.

4. AVANCES Y NECESIDADES DE INVESTIGACION

La investigación de las relaciones bosque-agua en México ha sido escasa por no existir en el país respaldo eficaz para estudios de esta naturaleza hasta fechas recientes, por lo que la información disponible para las Unidades de Conservación y Desarrollo Forestal es, en general, mínima. En

el Noreste de México la mayoría de las actividades realizadas en este contexto tienen que ver con la reforestación de terrenos degradados o afectados por incendios forestales. El objetivo de tales trabajos es el de revertir, entre otros efectos, las alteraciones provocadas por la erosión hídrica. Tales trabajos tienen en sí mismos un efecto como reguladores del agua, pero además han generado experiencias sobre las especies y los métodos de plantación más adecuados para diferentes condiciones de suelo, clima, etc. En la actualidad se realizan investigaciones para determinar la influencia del agua y otros factores del clima en el crecimiento de árboles de diferentes especies forestales.

Si bien los trabajos mencionados constituyen un aporte importante en la materia, las necesidades de investigación en los ecosistemas forestales del Noreste son innumerables y de naturaleza muy diversa.

Los bosques del Noreste y, particularmente los de Nuevo León, no sólo satisfacen necesidades sociales en las áreas forestales a través de la comercialización de la madera y sus derivados, estos bosques captan y regulan el flujo del agua que se almacena en las presas y abastece a diversos centros urbanos, en particular a la Ciudad de Monterrey. Por tal motivo, los efectos de medidas de aprovechamiento forestal erróneas, tales como la aplicación de métodos de tratamiento silvícola inadecuados o la construcción deficiente de caminos de saca, pueden tener como consecuencia la disminución de la vida útil de estas costosas obras hidráulicas, debido al asolvamiento provocado por incrementos en la erosión de las áreas forestales. El manejo del agua no comienza en las presas, sino las cuencas que la captan; es por ello que se requiere investigar los niveles de densidad, las prácticas silvícolas y los sistemas de abastecimiento de productos forestales, que garanticen la producción de agua en la cantidad y calidad deseables.

La investigación del efecto de diferentes prácticas silvícolas e intensidades de corta sobre los procesos de interceptación, infiltración, evapotranspiración y escurrimiento del agua, así como sobre las características de la misma; la realización de estudios para el trazo de caminos y obras de arte y de trabajos relativos a determinar la influencia del agua en el crecimiento de árboles y rodales, proporcionarían la información cuantitativa necesaria para la toma de decisiones mediante técnicas modernas en futuros planes de manejo integral forestal. La elección de alternativas óptimas de manejo se daría sobre bases científicas y no en base a estimaciones o simples suposiciones.

A partir de los resultados de tales investigaciones, en la práctica se establecen límites permisibles de las cortas en condiciones ecológicas diversas en función de las restricciones establecidas, los caminos forestales se construyen bajo normas que eviten la erosión y se fijan los periodos más adecuados de plantación y corta de los árboles.

Gran importancia reviste la investigación de los métodos óptimos para la rehabilitación de las cuencas hidrográficas degradadas y de la corrección de cárcavas provocadas por la erosión hídrica. También es fundamental el estudio de la fisiología de los árboles, particularmente de las tasas de consumo de agua en las áreas destinadas a la producción de este recurso.

Realizar investigación de las relaciones bosque y agua, demanda la participación de especialistas en diversas disciplinas, sólo mediante la integración de grupos interdisciplinarios se puede lograr una comprensión global de los procesos que ocurren en las cuencas hidrográficas y, con ello, de alternativas de aprovechamiento permanente de los

recursos que las integran. En el futuro, el manejo forestal debe estrechar en la práctica sus nexos con otras ciencias como la hidrología, ecología, edafología, climatología, etc., a fin de tender a la ordenación integrada de las cuencas hidrográficas.

REFERENCIAS

- F.A.O. 1962: La influencia de los montes. Estudios de silvicultura y productos forestales No. 15. Roma. 310 p.
- HAROLD W.; HOCKER Jr. 1984: Introducción a la biología forestal. Trad. F. Bellomo. AGT editor. México. 446 p.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Editorial Porrúa. México.
- Legislación Forestal y de Caza. Editorial Porrúa. México.
- SANCHEZ V., A. 1987: Conceptos elementales de hidrología forestal. Agua, cuenca y vegetación. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 149 p.
- SARH-SF 1989: Bases y principios del manejo integral forestal. México. 22 p.
- SPURR, S.H.; BARNES B.V. 1980: Ecología Forestal. Trad. C. Raigorodsky. AGT Editor. México. 690 p.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS CON RESPECTO AL USO DEL AGUA DE RIEGO

DEL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL

158, ABASOLO, TAM.

JUANA MARIA CASTILLO RIVERA *

JAVIER LICONA VAZQUEZ *

APOLINAR OBREGON VILLANUEVA **

RESUMEN

El objetivo fue estudiar la situación agrícola del área bajo influencia del Distrito de Riego No. 086, en el cual se analizó y evaluó la producción del trigo, maíz y sorgo, considerados como los tres principales cultivos de la zona, también se consideró la eficiencia de conducción del agua.

El área bajo riego comprende 36,755 hectáreas, incluye parte de los municipios de Abasolo, Jiménez y Soto La Marina, el método de riego empleado es el superficial.

La limitante principal encontrada fue la falta de información que no permitió la aplicación de la metodología expuesta en este trabajo planteada por Israelsen y Hansen(1962) para la eficiencia de aplicación, teniéndose que recurrir a los métodos utilizados por el Distrito.

La evaluación y análisis de los cultivos se realizó mediante la recopilación y clasificación detallada de la información que el Distrito facilitó de la cual se concluyó lo siguiente:

El cultivo del maíz dejó de ser rentable, el sorgo está en vías de presentar el mismo problema debido a bajos rendimientos por hectárea y al desbalance entre los costos de producción y los precios de garantía. El trigo es el cultivo que mejor se adapta a la zona de acuerdo a los más altos rendimientos presentados.

* Parte del Seminario de Investigación II que presentaron como requisito para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo Especialista en suelos

** Profesor de Carrera. Facultad de Agronomía U.A.T. Cd. Victoria, Tam.

I. INTRODUCCION

El desarrollo del país depende de la producción de alimentos y ésta de los avances tecnológicos que se logren en materia agropecuaria, así como de su adopción correcta por parte de los productores. No obstante, aún existe una brecha importante entre el potencial de productividad que prevalece en muchas regiones y la realidad productiva.

El uso adecuado del agua es uno de los principales factores que se han manejado con el fin de incrementar la producción agropecuaria por unidad de superficie, sin embargo, en el Estado de Tamaulipas los distritos y unidades de riego no han arrojado resultados satisfactorios debido a varias causas. Por ejemplo, se ha observado que año tras año se incrementan las áreas afectadas por salinidad y erosión a causa de un mal manejo del agua de riego, escasa adopción de la tecnología por los productores, falta de asesoría y otras más.

Actualmente en Tamaulipas en lo que comprende el Distrito de Desarrollo Rural No. 158, Abasolo, se observa con el transcurso del tiempo que áreas cultivables han disminuido su potencial productivo, debido a la presencia de sales provocada por un manejo inadecuado del suelo y del agua, así como por el mal estado de la red de drenaje, de los canales de conducción y de un drenaje natural interno insuficiente.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivos.

Analizar y evaluar la producción agrícola de los principales cultivos con la finalidad de exponer el origen de los problemas existentes en el área bajo influencia del Distrito de Desarrollo Rural No. 158, Abasolo.

2.2. Hipótesis.

- 1.- El nivel de producción agrícola de la zona de estudio está por debajo de su potencial real.
- 2.- El uso inadecuado del recurso agua incide sobre la producción agrícola de la región.

III. LITERATURA REVISADA

Palacios (1981) indica que la planeación del riego es un balance entre los volúmenes necesarios para satisfacer las demandas de los usuarios del distrito. Por tanto, la planeación del riego implica dos tipos de estimaciones que son la de los volúmenes de agua que estarán disponibles y el volumen de demanda.

Armenta y García (1982) mencionan que en las áreas bajo riego cuya topografía ocasiona un drenaje deficiente, en muchos casos por la baja permeabilidad del terreno y que en muchas de estas áreas regadas el manejo inadecuado da lugar a la rápida elevación de la capa freática hasta alcanzar la zona radicular, con los siguientes efectos de exceso de humedad en el suelo y salinización del mismo.

Jiménez (1979) considera que es necesario vincular al productor y hacerle intervenir en las acciones para asegurar el proceso de cambio y asimilación de los avances tecnológicos debiendo enfocar la atención hacia una agricultura basada en el uso de tecnología moderna, apoyada en la investigación agrícola, para hacer una agricultura no sólo autosuficiente sino también de exportación que permita una alta producción de alimentos básicos para la nutrición popular de buena calidad, de bajo costo para el consumidor y de rendimiento económico

para el productor.

Toledo, *et al* (1989) comentan que la razón principal del actual estancamiento de la producción agrícola se encuentra en la política seguida durante las últimas décadas de apoyar el proceso de modernización de la agricultura sólo en aquellas áreas y sectores donde el modelo norteamericano se hace viable por razones ecológicas, económicas y culturales.

IV. MATERIALES Y METODOS

Localización del Area.

La zona de riego está ubicada en el centro de Tamaulipas, abarca los municipios de Abasolo, Jiménez y Soto La Marina.

La SARH (1982) reporta que esta área se localiza dentro de los paralelos 23°47' y 24°12' Latitud Norte y entre los meridianos 98°35' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich a una altitud media sobre el nivel del mar de 61 metros.

Organización del Distrito en Unidades de Riego, Desarrollo, y Areas de Asistencia Técnica.

El Distrito de Desarrollo Rural No. 158, Abasolo está dividido en dos unidades, de las cuales se dividen a su vez en áreas.

Para la primera unidad están comprendidas por las tres primeras áreas (I, II, III) con una superficie física para cada una de ellas de 6,401 ha, 7,265 ha y 5,551 ha respectivamente (Figura 1).

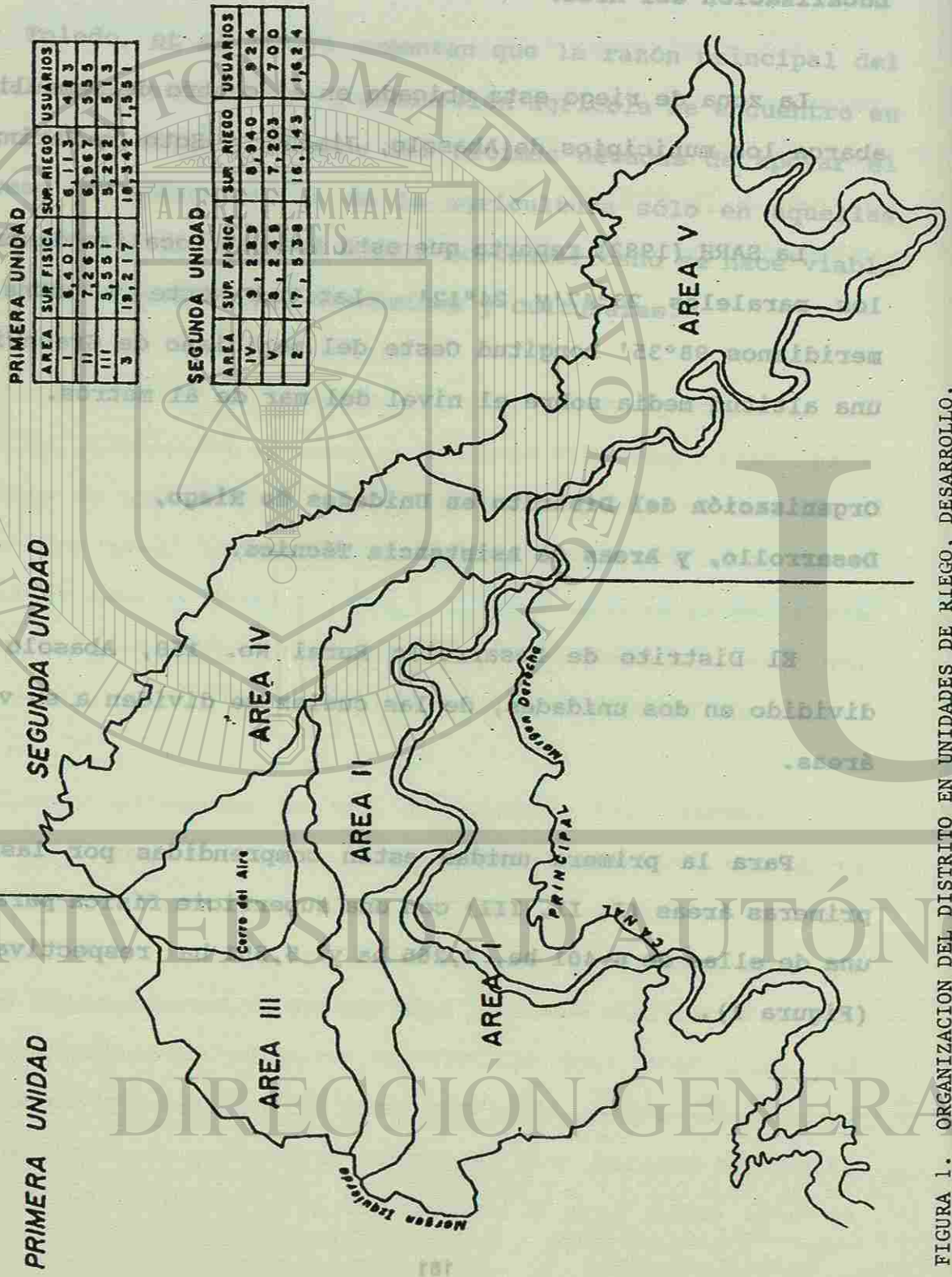


FIGURA 1. ORGANIZACION DEL DISTRITO EN UNIDADES DE RIEGO, DESARROLLO, Y AREAS DE ASISTENCIA TECNICA.

Para la segunda unidad están comprendidas las áreas IV, V con una superficie física de 9,289 ha y 8,249 ha respectivamente (Figura 1).

Hidrología.

Existen tres corrientes superficiales de régimen permanente que surten de agua a la presa "Vicente Guerrero", estos ríos son:

a) Río Purificación. Nace en la sierra Madre Oriental del ojo de agua "el salto" del cañón del cuervo en el Estado de México, se reconoce como formador al Río Blanco (Nuevo León), posteriormente se llama De la Cruz y finalmente Purificación.

b) Río Corona. Nace con el nombre de "Santa Engracia" en los límites de Nuevo León y Tamaulipas, y de la confluencia del río Caballeros y el río San Marcos, recibe el nombre de río Corona.

c) Río Pilón. Nace en Nuevo León, cerca del límite con Tamaulipas.

Estos tres ríos confluyen dentro del vaso de la presa "Vicente Guerrero", dando origen al río Soto La Marina el cual siguiendo un curso sinuoso pasa por la Villa de Abasolo y la población de Soto La Marina, para finalmente descargar en el Golfo de México.

Sistema de conducción del agua para riego

Está formado por los canales principales margen derecha e izquierda. El C.P.M.I. recibe el agua del túnel y tiene un desarrollo de 126.440 km su capacidad es dar riego a 34,000 ha, se construyó revestido de concreto hasta el km. 17 + 000. El C.P.M.D. nace en la obra de toma de la estructura ubicada en el km 4 + 940 del C.P.M.I. Tiene un desarrollo de 37,300 km. Su capacidad es dar riego a 7,000 ha. Se construyó revestido de concreto hasta el km 5 + 977. Existen en 42 km revestidos de canales principales. La capacidad de los canales principales es de 44 m³/seg.

Red de Distribución.

Está formada por canales laterales, sublaterales y ramales. Con una longitud total de 497 km, con 39 km revestidos.

Calidad del Agua.

Independientemente de su origen la calidad de agua de riego se clasifica como de segunda clase tolerable para usos agrícolas.

Uso Actual de las Tierras.

La zona de riego está integrada por 43 ejidos, 3,044 ejidatarios, con una dotación física total en el distrito de 71,000 ha, de los cuales 32,931 ha se dedican a la agricultura, 2,483 ha al uso pecuario, 100 ha improductivas por salinidad y 33,594 ha de agostadero. La pequeña propiedad abarca 4,626 ha.

Existen dos tipos de propiedad que son la ejidal y pequeña propiedad, dándose a continuación la superficie que corresponde a cada una de ellas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tenencia de la Tierra.

CLASES	EJIDAL			PEQUEÑA PROPIEDAD		
	Usuarios	Sup. (ha)	Media (ha)	Usuarios	Sup. (ha)	Media (ha)
0.1 a 5	128	524	4.1	-	-	-
5.1 a 10	2,144	20,158	9.4	2	14	7.0
10.1 a 20	746	9,829	13.2	43	621	14.4
20.1 a 50	-	-	-	108	3,051	28.3
Más de 50	-	-	-	4	288	72.0
TOTAL	3,018	30,511	10.1	157	3,974	25.3

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicas. 1980.

Rendimientos y Cultivos Actuales.

De acuerdo a los reportes del propio distrito los rendimientos registrados en promedio son de 1.767 ton/ha para Maíz y 1.094 ton/ha para Sorgo en los últimos tres años.

Los cultivos propuestos por el Comité Directivo Agrícola del Distrito de Desarrollo Rural y sus fechas de siembra, así como sus fechas de cosecha son las que a continuación se describen.

Cuadro 2. Fechas de Siembra y Cosecha de los Principales Cultivos Aprobados por el Comité Directivo Agrícola.

CULTIVOS	SUBCICLO		OTOÑO - INVIERNO	
	Fecha de Siembra		Fecha de Cosecha	
Maíz	20 Enero	15 Marzo	15 Junio	30 Julio
Sorgo	20 Enero	15 Marzo	15 Mayo	30 Junio
Trigo	15 Nov.	15 Dic.	1o Abril	30 Abril
CULTIVOS	SUBCICLO		PRIMAVERA - VERANO	
	Fecha de Siembra		Fecha de Cosecha	
Maíz	20 Julio	15 Agosto	15 Dic.	15 Enero
Sorgo	15 Julio	15 Agosto	15 Dic.	15 Enero

Metodología

El desarrollo de la metodología para el análisis y evaluación de la producción agrícola en el Distrito de Desarrollo Rural No. 158, Abasolo, fue necesario involucrar los siguientes aspectos: técnico, económico, político y social, para lo cual se describió la técnica en conjunto a partir de estos puntos.

En este trabajo se calculó la producción y rendimiento de los cultivos seleccionados por el Comité Directivo Agrícola, y la eficiencia del uso de agua para riego, se recopilaron datos mediante la entrevista y la encuesta (basadas en cuestionarios

y la observación) en el propio Distrito de Desarrollo Rural No. 158, Abasolo.

Procesamiento de la Información Obtenida.

Se realizó con la finalidad de garantizar el valor de la información recabada. Este proceso consistió de tres pasos:

a) Revisión. En este punto se determinó si los datos que se revisaron son los más exactos, sean compatibles con otras informaciones, que sean completos, fáciles de manejar, etc.

b) Clasificación de los Datos. Se refiere a la agrupación de los datos en razón del lugar, tiempo, correlación y función.

c) Análisis de Datos. Se refiere a la observación de los datos y a la comparación entre ellos.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este trabajo están restringidos por muchas limitantes; la principal de ellas se debe a la falta de información, recurriéndose a los métodos convencionales utilizados por el propio Distrito, con el propósito de mostrar la situación actual de la producción agrícola, específicamente de los tres principales cultivos (trigo, maíz y sorgo) con respecto a la eficiencia de conducción y aplicación de agua en los últimos diez años.

Rendimiento Promedio Anual de los Cultivos en Estudio

El cuadro 3 muestra la producción promedio de toneladas por hectárea; la más alta corresponde al trigo con 2.043, le sigue el sorgo con 1.870 y por último el maíz con 1.774; caso contrario a esto, el maíz es el cultivo que más agua se le aplica por hectárea, en promedio se están aplicando 3.2 millares de metros cúbicos para producir una tonelada de grano, es el cultivo con más bajo rendimiento y con mayor cantidad de agua aplicada en comparación con el sorgo y trigo; económicamente no representa ningún aumento de gasto para el agricultor, ya que solo paga una cuota por hectárea regada, pero si lo representa para el Distrito.

Desde otro punto de vista más real, el problema de baja

Cuadro 3. Volumen de Agua Utilizado por Cultivo.

CICLOS	CONCEPTO	MAIZ	SORGO	TRIGO	TOTAL
81-82	Ton/ha.	1.700	2.253	1.661	1.769
	MM3/ha.	2.5	2.5	---	2.5
	MM3/Ton	1.8	1.3	---	1.7
82-83	Ton/ha.	1.510	1.611	2.121	1.528
	MM3/ha.	3.9	2.5	3.1	3.6
	MM3/Ton	3.0	2.0	1.5	2.8
83-84	Ton/ha.	1.492	1.983	3.539	1.697
	MM3/ha.	3.8	3.0	3.8	3.5
	MM3/Ton	3.3	1.7	1.4	2.5
84-85	Ton/ha.	1.914	2.201	1.942	2.093
	MM3/ha.	2.3	0.9	3.2	1.5
	MM3/Ton	1.5	0.4	3.2	0.9
85-86	Ton/ha.	2.065	2.016	1.661	1.689
	MM3/ha.	4.0	3.7	4.6	4.0
	MM3/Ton	2.3	2.3	2.9	2.4
86-87	Ton/ha.	1.714	1.636	2.219	1.188
	MM3/ha.	3.0	2.4	3.1	2.9
	MM3/Ton	2.5	2.7	1.5	2.4
87-88	Ton/ha.	1.863	1.203	2.215	1.802
	MM3/ha.	5.0	3.0	2.5	4.2
	MM3/Ton	3.4	3.3	3.3	2.8
88-89	Ton/ha.	1.601	2.054	1.066	1.504
	MM3/ha.	8.5	7.0	4.9	7.2
	MM3/Ton	6.9	4.3	4.6	5.7
89-90	Ton/ha.	2.113	1.877	1.964	2.012
	MM3/ha.	7.0	5.6	6.7	6.6
	MM3/Ton	3.7	4.1	3.6	3.8
MEDIA	M.P.		M.P.	M.P.	M.P.
	Ton/ha.	1.774	1.870	2.043	1.698
	MM3/ha.	4.500	3.419	3.543	3.983
	MM3/Ton	3.156	2.456	2.444	2.8

producción se atañe a que los productores por convencionalismo proporcionan datos falsos con el fin de evitar el pago de crédito que se les proporciona; o bien, los números reales de la producción se ocultan tras el manejo de datos promedio que solo dan una idea aproximada de las operaciones de la zona de estudio.

En general, la media de producción de estos tres cultivos es considerada baja ya que tienen todos los elementos a su favor, a excepción de los factores climáticos para producir rendimientos considerables.

La figura 2 muestra los producción de maíz, los cuales escasamente en dos veces sobrepasa las dos toneladas por hectárea.

La limitante en la producción de sorgo (figura 3) es la topografía, ya que este cultivo es sembrado en la parte más alta de la zona donde el agua llega con dificultad y por consiguiente la producción se ve afectada, este problema se presentará para cualquier cultivo que se quisiera establecer en esta área, la problemática se minimizaría con el empleo de un sistema de bombeo que hiciera llegar el agua hasta la zona.

Al observar la figura 4 referente al trigo, cinco de nueve ciclos rebasan las dos toneladas y, recurriendo a las condi-

producción de trigo a que los productores por conveniencia

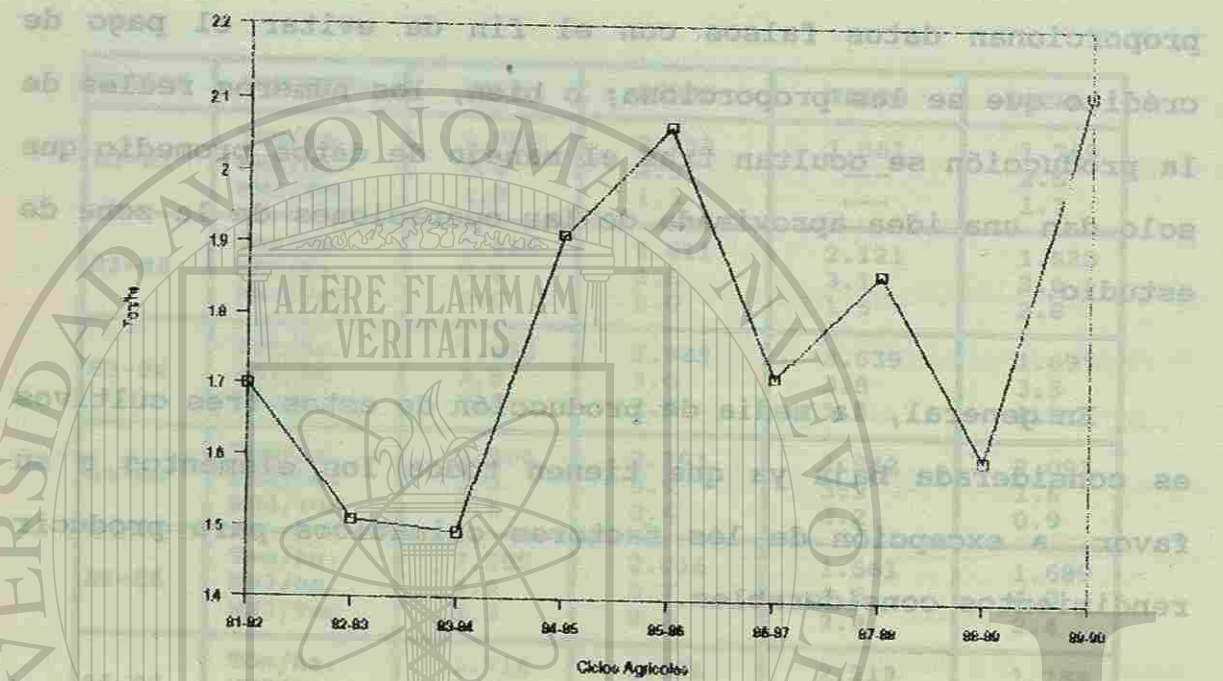


Figura 2. Producción de Maíz

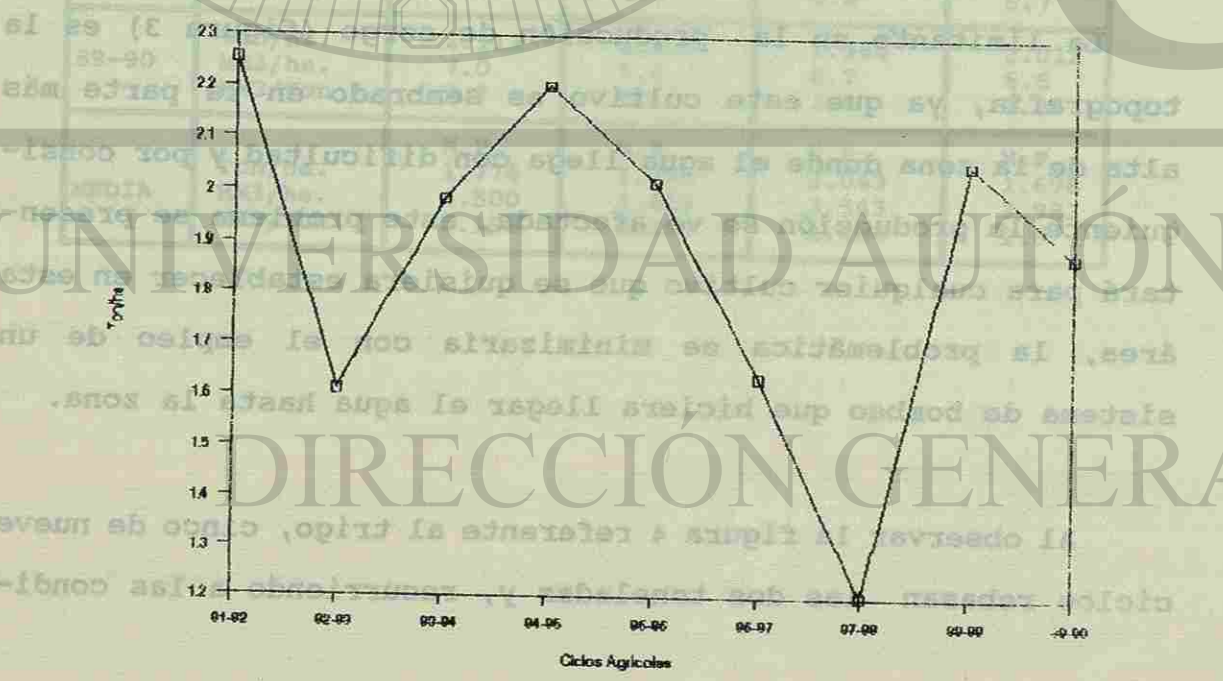


Figura 3. Producción de Sorgo

condiciones climáticas en que prosperan satisfactoriamente ambos cultivos se encuentran que son similares, por lo tanto, si el

trigo produce arriba de dos toneladas/hectárea, las condiciones climáticas no son la limitante de una alta producción en maíz.

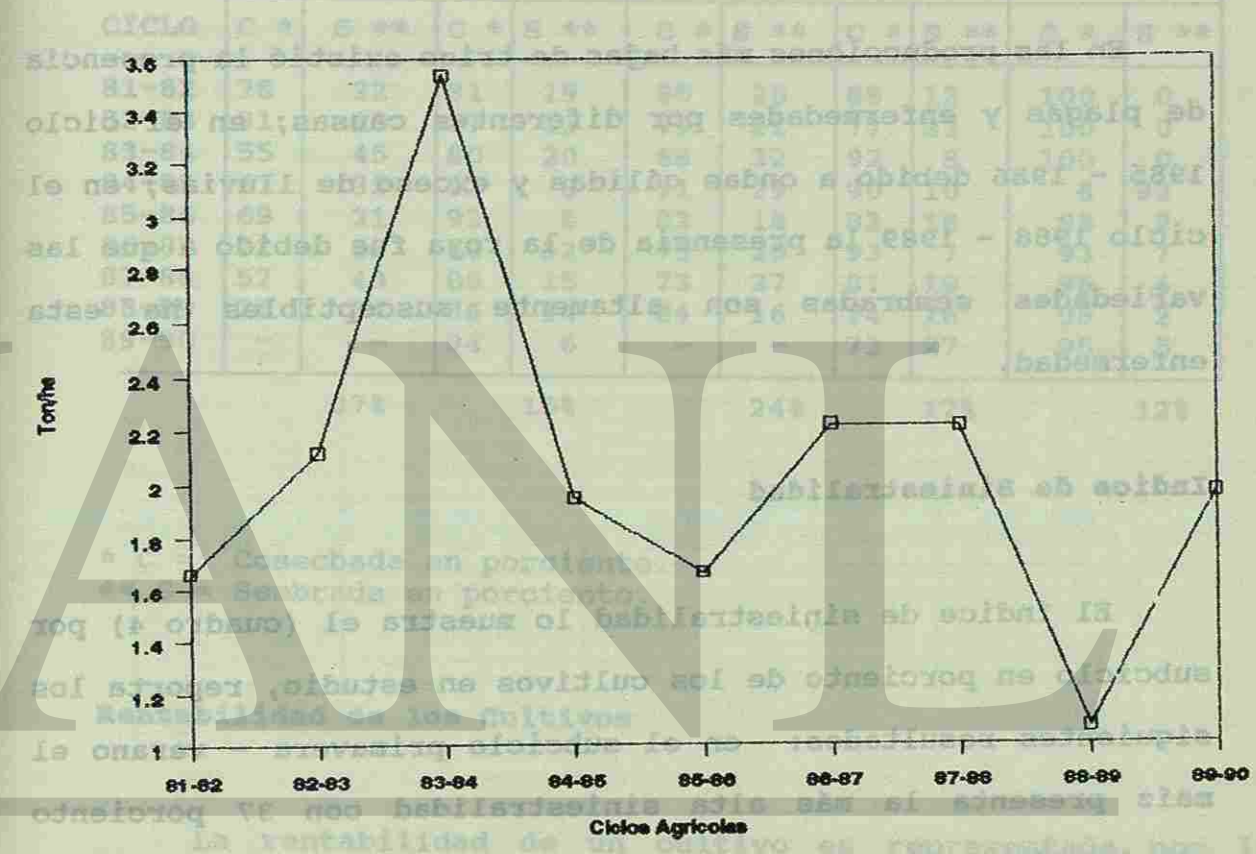


Figura 4. Producción de Trigo

Cuadro 5. Rentabilidad de los Cultivos

CICLO	CULTIVO	SUPERFICIE SEMBRADA	COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA EN (\$)	COSTO TOTAL DE PRODUCCION EN (\$)	DIFERENCIA NETA TOTAL (\$)
87-88 O.I.	MAIZ	11 484	287 963.00	3 306 967.09	+2 580 712 908.00
	SORGO	1 955	92 535.00	180 905.93	+ 300 099 075.00
	TRIGO	6 910	144 481.00	1 026 003.71	+3 537 971 290.00
88-88 P.V.	MAIZ	547	389 468.00	371 163.00	- 134 427 004.00
	SORGO	4 071	194 121.00	1 081 448.09	+ 59 026 909.00
88-89 O.I.	MAIZ	13 516	493 338.00	6 667 956.41	- 763 956 408.00
	SORGO	1 515	295 706.00	447 994.59	- 3 074 590.00
	TRIGO	9 456	527 958.00	4 992 370.85	-1 928 648 848.00
89-89 P.V.	MAIZ	2 513	621 859.00	1 561 731.67	-1 061 611 667.00
	SORGO	4 840	428 879.00	2 075 774.36	+ 674 390 640.00

para tener una idea de la utilidad neta de cada cultivo.

Este aspecto se ve afectado por muchos factores que se engloban en solo dos: el tonelaje por hectárea y el aumento económico en los costos de cultivo con respecto al aumento en los precios de garantía de un ciclo a otro; en el (cuadro6) se observa que estos dos últimos aspectos no son proporcionales en los incrementos; tal es el caso del trigo en el ciclo 1987 - 1988 al ciclo 1988 - 1989 no hubo incremento en el precio de garantía, pero si lo hubo en el costo del cultivo por hectárea el cual fue del 256 por ciento, es por eso que en ese subciclo la diferencia es negativa, este mismo cuadro muestra que el maíz en esos tres subciclos esta operando con cifras negativas debido a la baja producción por hectárea, aunado a un aumento de un 29 por ciento en costos de producción y sin incremento alguno en el precio de garantía de un ciclo a otro. El sorgo no escapa al desbalance de estos incrementos donde siempre están muy por debajo los aumentos en el precio medio rural de los costos de producción. Esto no implica que en todos los ciclos anteriores se presente la misma situación. El hecho de que los cultivos en determinados subciclos arrojen cifras negativas debido al desbalance de los incrementos, no implica un mal manejo del Distrito, pero el problema si recae en él cuando existen bajas en la producción.

Cuadro 6. Eficiencia en la Conducción del Agua del Distrito de Riego N° 086 Desde su Inicio

CICLO	SUPERFICIE FISICA (has.)	HECTAREAS DE RIEGO	LAMINA NETA (cm.)	LAMINA BRUTA (cm.)	VOLUMEN NETO (MM ³)	VOLUMEN BRUTO (MM ³)	EFICIENCIA (%)	CALIDAD DE EFICIENCIA
71-72	2 713	3 235	31.16	357.49	8 456.3	96 987.6	8.71	Pésimo
72-73	8 106	13 153	24.14	189.42	19 569.3	153 547.2	12.74	Malo
73-74	18 345	34 949	34.52	80.42	63 343.6	147 538.7	42.29	Regular
74-75	23 913	54 729	33.71	193.34	80 634.0	462 347.8	17.44	Malo
75-76	19 448	46 179	33.70	345.00	65 542.0	2 049 018.0	48.00	Regular
76-77	43 886	44 523	25.73	421.73	112 915.4	1 850 821.0	50.00	Regular
77-78	45 374	93 634	39.01	115.05	177 025.0	522 035.0	33.91	Regular
78-79	34 380	82 019	48.07	116.30	165 286.0	399 844.0	41.33	Regular
79-80	31 324	74 598	49.35	158.98	154 587.0	497 998.0	31.04	Regular
80-81	27 260	45 390	49.02	150.44	133 649.0	410 118.0	32.58	Regular
81-82	40 348	72 988	57.58	145.26	232 325.0	586 110.0	39.63	Regular
82-83	32 240	84 560	86.33	191.40	278 358.0	617 188.0	45.10	Regular
83-84	33 216	85 062	80.38	162.29	266 999.0	539 084.0	49.53	Regular
84-85	27 267	45 986	43.81	169.93	119 459.0	463 364.0	25.78	Malo
85-86	36 339	102 163	47.07	200.65	171 070.0	729 170.0	23.46	Malo
86-87	33 149	67 397	31.65	159.47	104 938.0	528 658.0	19.84	Malo
87-88	39 600	123 960	54.59	170.60	216 188.0	675 590.0	31.99	Regular
88-89	37 551	117 141	75.63	201.66	284 000.0	757 256.0	37.50	Regular
89-90	33 833	113 197	55.60	173.40	188 361.0	586 846.0	32.21	Regular

Eficiencia de Conducción

Esta se calculó con la fórmula siguiente:

$$\text{Eficiencia de Conducción (\%)} = \frac{\text{Volumen neto (MM}^3\text{)}}{\text{Volumen bruto (MM}^3\text{)}} (100)$$

La figura 6 y 7 muestra en forma visible la eficiencia por ciclo.

El plan indicativo de investigación para el aprovechamiento integral del agua en la agricultura (1984) señala que la eficiencia de conducción para la zona norte es de 71 por ciento, considera como buena; al tomarse como base para establecer rangos cualitativos y cuantitativos de eficiencia para ubicar al Distrito se obtuvo lo siguiente:

Menor de 10 %	-	Pésimo
De 10 a 30 %	-	Mala
De 30.3 a 50.6 %	-	Regular
De 50.6 a 71 %	-	Buena
Mayor de 71 %	-	Excelente

Por lo tanto si la media general de eficiencia para el Distrito es de 33% se considera como regular.

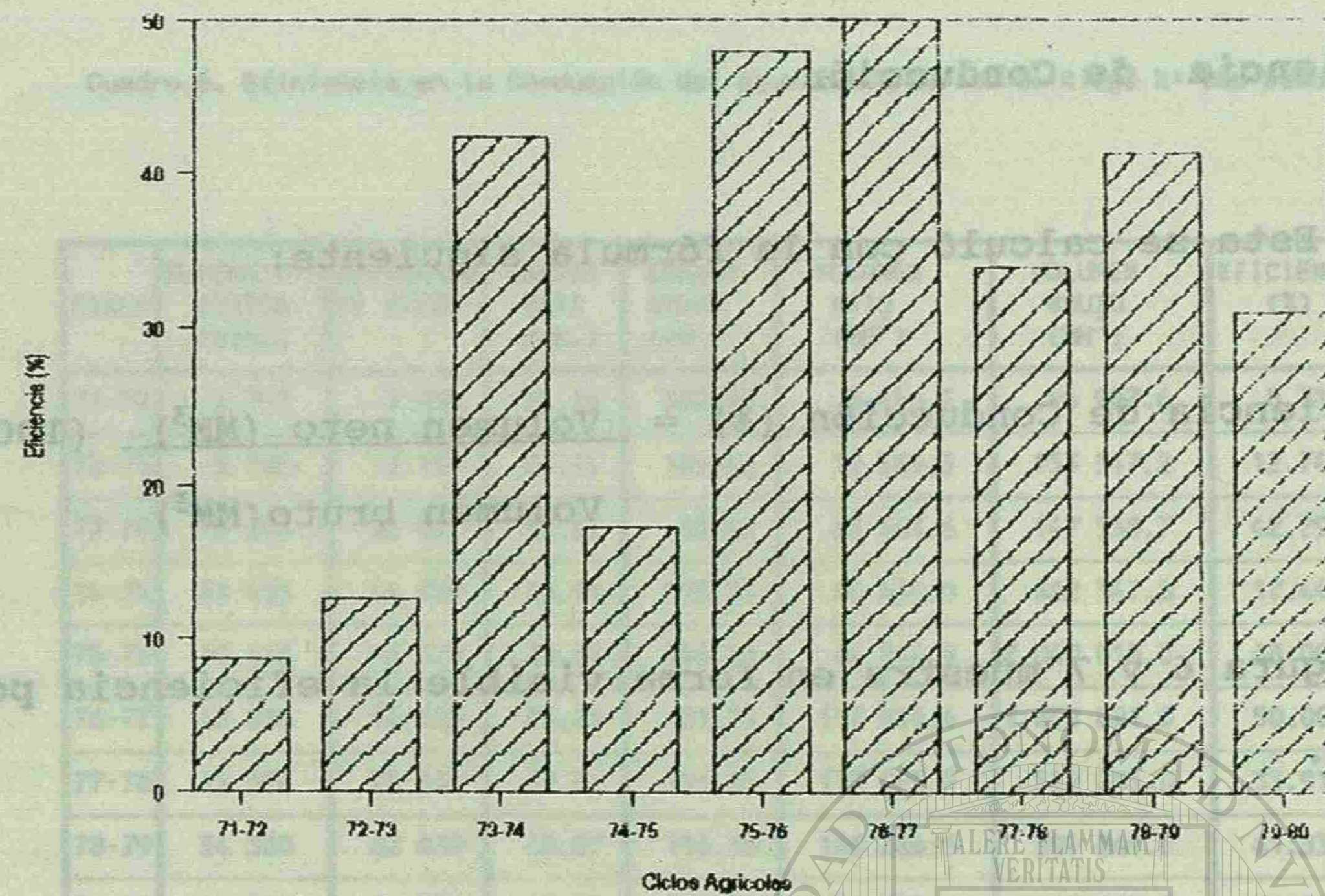


Figura 5. Eficiencia de Conducción del Distrito de Riego No. 086 para los Ciclos 71-72 a 79-80

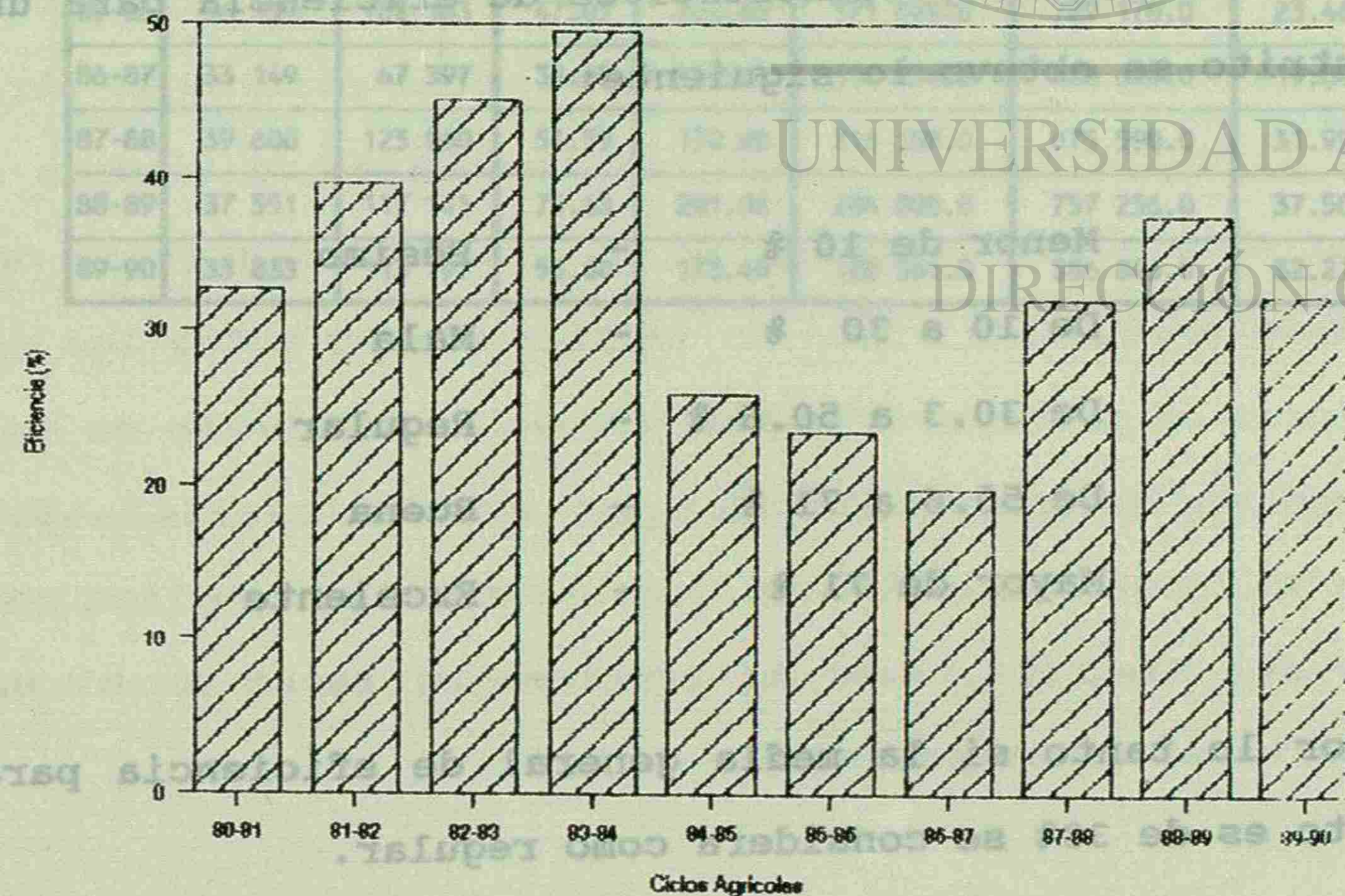


Figura 6. Eficiencia de Conducción del Distrito de Riego No. 086 para los Ciclos 80-81 a 89-90

VI. CONCLUSIONES

Conclusiones

1.- La media de producción de los tres cultivos de mayor importancia del Distrito de Desarrollo Rural No. 158 está por debajo de su potencial real debido al sobre riego ya que en promedio se están aplicando 2.8 millares de metros cúbicos por tonelada de grano, muy por encima de estimada para la zona que es de un millar de metros cúbicos por tonelada.

2.- El cultivo del maíz pierde interés entre los productores debido al bajo rendimiento por hectárea disminuyendo su rentabilidad al paso del tiempo, a tal grado de volverse no rentable en los últimos tres años.

3.- El cultivo del trigo es el que mejor que adapta a la zona ya que presenta los más altos rendimientos por hectárea seguido del sorgo.

4.- La rentabilidad de los tres cultivos se ve afectada principalmente por los incrementos desbalanceados ya que los incrementos en los costos de cultivos son mayores con respecto a los precios de garantía.

5.- La regular eficiencia del Distrito de Riego No. 086 afectó la producción agrícola de la zona debido principalmente al uso inadecuado del agua.

1.- La media de producción de los tres cultivos de mayor importancia del Distrito de Riego No. 188 está por debajo de su potencial real debido al sobre riego ya que en promedio se están aplicando 4.5 millones de metros cúbicos por hectárea de riego, muy por encima de estimados para la zona que es de un millón de metros cúbicos por hectárea.

El cultivo de maíz pierde interés entre los productores debido a que el tiempo por hectárea disminuyendo en consecuencia al grado de volverse no rentable en los últimos tres años.

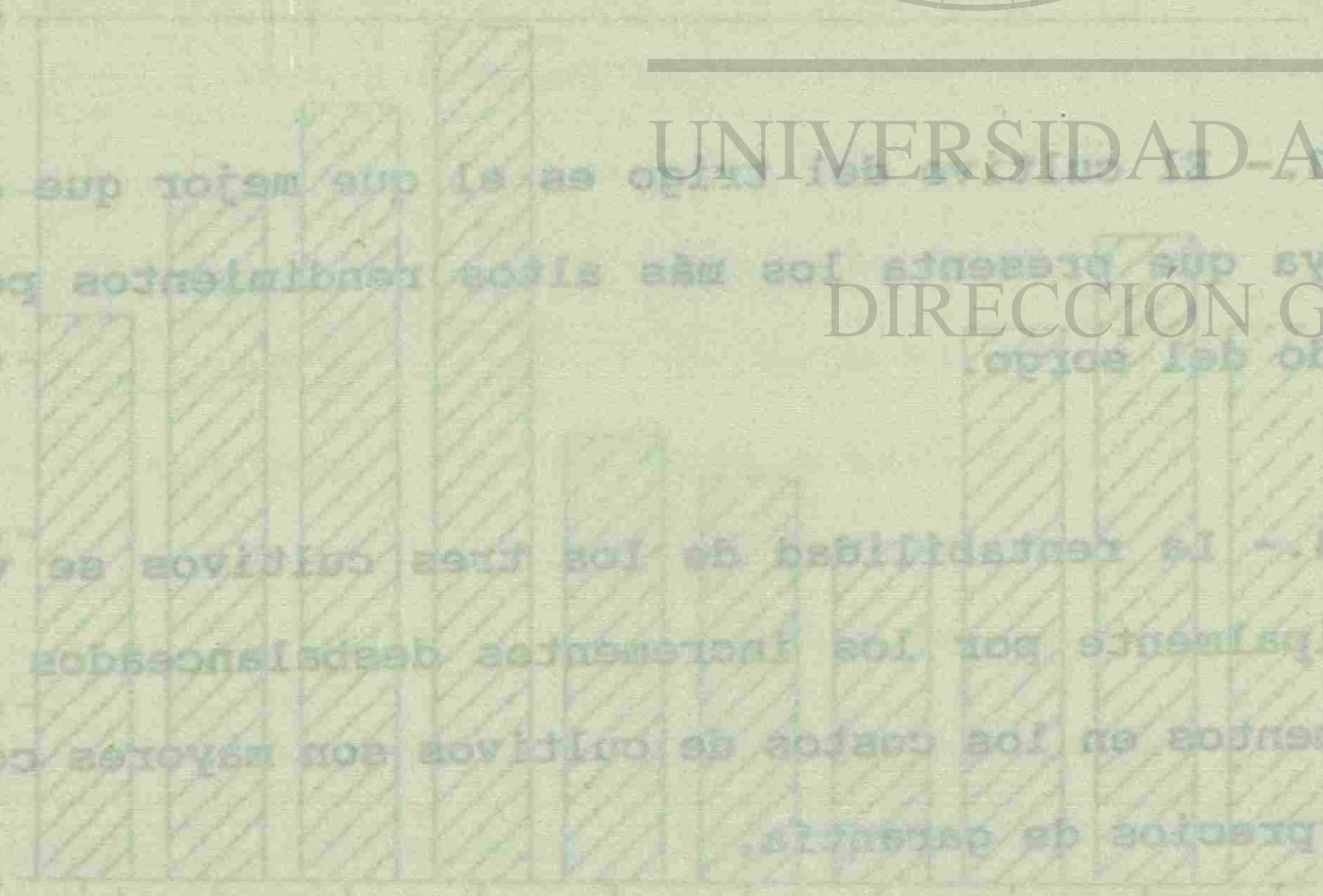
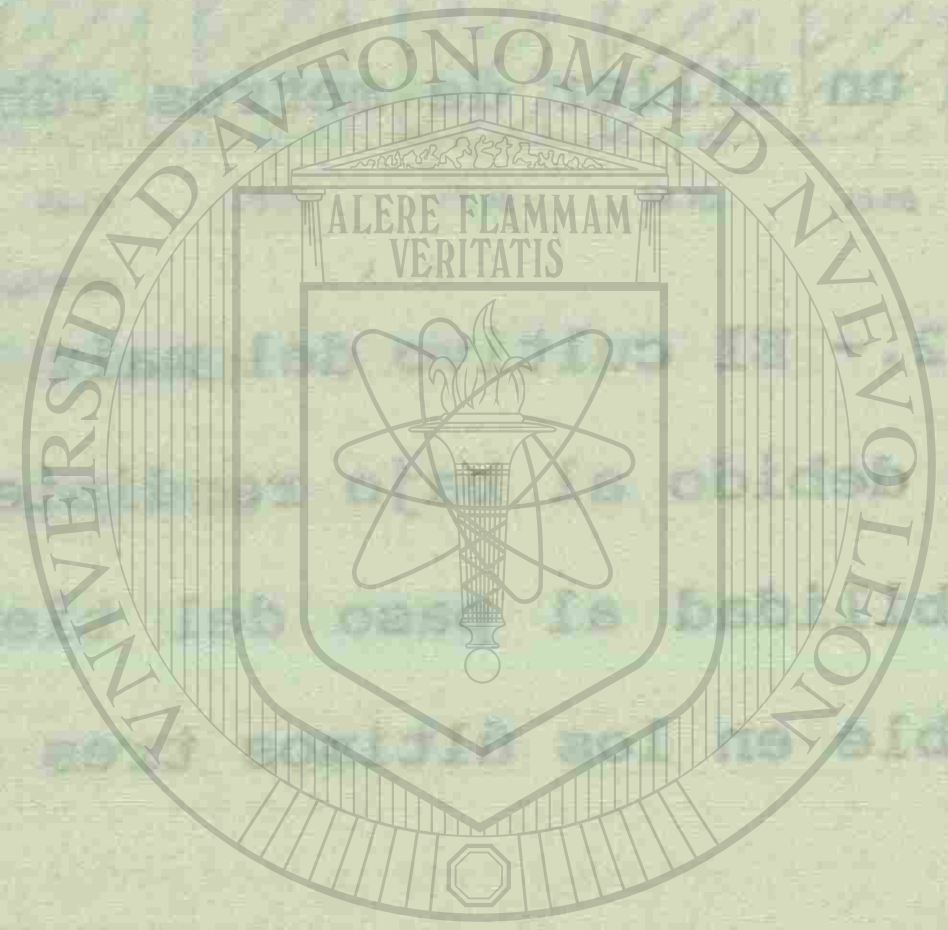


Figura 6. Eficiencia de Conducción del Distrito de Riego No. 086 para los Cultivos de Maíz, Fréjol y Arroz.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOGRAFIA

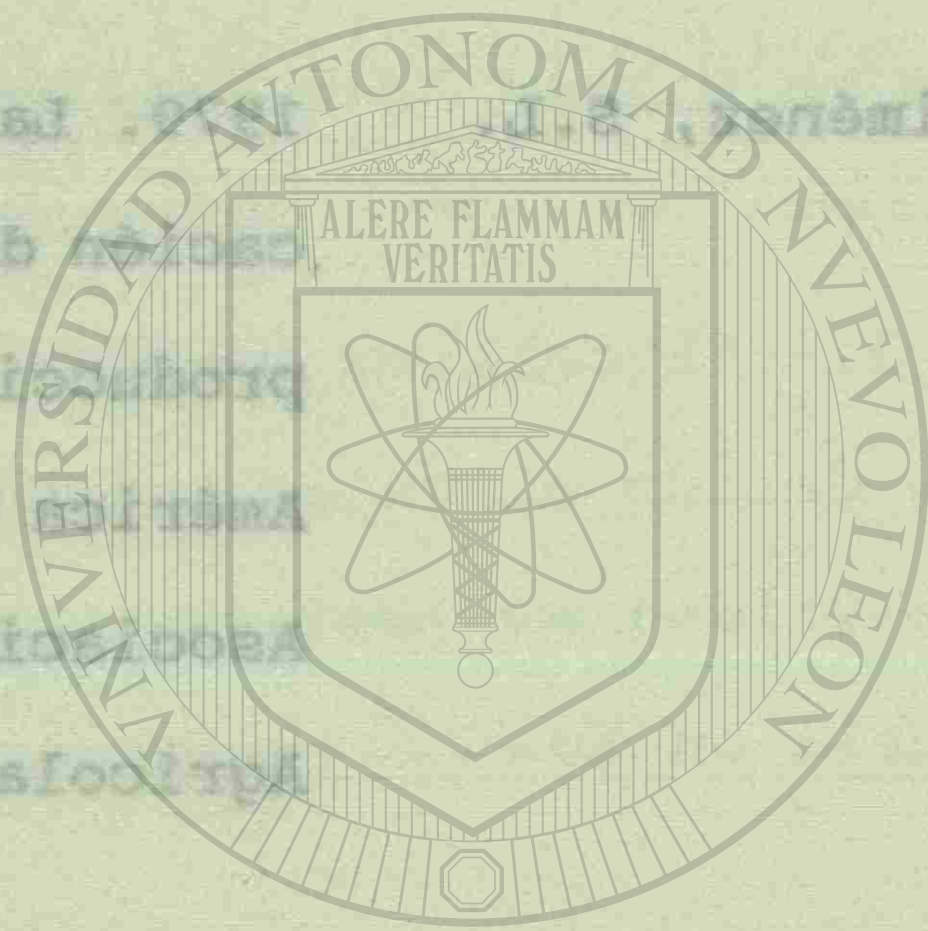
1.- Armenta , J.I. y J.L. García. 1982. El drenaje subterráneo en la recuperación de suelos ensalitrados. Ponencia presentada en el XV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México, D.F.

2. Jiménez, S.L. 1979. La generación, transferencia y aplicación de la tecnología en los problemas de producción agrícola con el medio rural de América Latina. Memoria. La X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco, México.

3. Palacios, V.E. 1981. Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego. Segunda Edición. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

4. S.A.R.H. - I.N.I.A. 1984. Plan indicativo de investigación para el aprovechamiento integral del agua en la agricultura. Gómez Palacios, Durango.

5. Toledo, V.M et al 1989. La producción rural en México:
Alternativas Ecológicas. Fundación Universo
Veintiuno. México.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LOS FLUJOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA REGIÓN DE LA SIERRA MADRE
ORIENTAL Y LA PLANICIE DE LINARES, N.L. - RESULTADOS
PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE LOS ISÓTOPOS ESTABLES DE OXÍGENO

Cecilia Rodríguez de Barbarin *
Hans-W. Hubberten **
Juan Manuel Barbarin-Castillo *
Federico Viera Décida *

Es de vital importancia incrementar el conocimiento acerca del complejo sistema de aguas subterráneas de la Planicie Costera del Golfo de México, particularmente en la franja aledaña al interior de la Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental. Esto con el fin de optimizar la explotación del recurso en el presente y planear para el futuro, desarrollo de actividades industriales y agropecuarias del estratégico corredor Linares-Monterrey en el estado de Nuevo León, NE México. Para ello es indispensable determinar las áreas de recarga de las aguas subterráneas que son explotadas mediante pozos y norias. La principal interrogante en este contexto es: son las aguas subterráneas recargadas directamente por la infiltración de las aguas de lluvia caídas en la región, o bien, la recarga proviene de las lluvias en la sierra con el agua alcanzando la planicie por caminos subterráneos (fracturas). Para esta fase de nuestro trabajo, desarrollado en la Planicie de Linares e incluyendo a una porción de la sierra frente a ella, reportamos los resultados preliminares obtenidos de la aplicación del Método de los Isótopos Estables de Oxígeno. Las muestras investigadas fueron tomadas de manantiales, ríos, pozos, norias, aguas termales y la presa "Cerro Prieto", en dos programas de recolección efectuadas en Junio y Octubre de 1990. El análisis se desarrolló por Espectrometría de Masas. Los resultados, con su discusión preliminar, son los siguientes:

- Las aguas de manantiales en lo alto de la Sierra Madre Oriental muestran valores de $\delta^{18}O$ en el rango de -10 a -8 ‰, diferenciándose fácilmente de las otras aguas.
- Los ríos de la Planicie de Linares muestran valores de $\delta^{18}O$ de -8 a -5 ‰ y forman un grupo de poca diferenciación. Los resultados señalan que esas aguas no son ya iguales a las caídas en la Sierra, por lo que el fenómeno de evaporación en la planicie viene a ser el causante principal del corrimiento de $\delta^{18}O$ a valores menos negativos.
- Las aguas tomadas de los ríos de la planicie en la temporada de menor precipitación (Junio), muestran sensiblemente el efecto de evaporación mediante el corrimiento de $\delta^{18}O$ a valores menos negativos, respecto de las pruebas hechas para esas aguas en Octubre, pasando $\delta^{18}O$ de -5.7 a -3.5‰.
- Las aguas en los pozos en la planicie forman dos grupos principales, distinguiéndose las de las áreas de Hualahuises por ser más negativos en sus valores de $\delta^{18}O$ que los encontrados para las aguas de los pozos del Centro de Producción Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CPA/UANL). El rango de los valores de $\delta^{18}O$ es de -7.7 a -4.7‰.
- Las aguas de los pozos del área de Hualahuises son semejantes en sus valores de $\delta^{18}O$ a los de los ríos de la planicie, por lo que una infiltración desde los ríos al subsuelo puede ser preliminarmente una explicación a la recarga de ellos.
- Las aguas de los pozos en el CPA/UANL muestran valores menos negativos de $\delta^{18}O$, apuntando más hacia la explicación de una recarga directa por lluvias en la planicie, combinada con infiltración desde los ríos, haciendo menos plausible la hipótesis de recarga por un sistema de fracturas proveniente de la sierra.
- Para las aguas termales del Baño San Ignacio, los valores de $\delta^{18}O$ del orden -5.9 ‰ señalan a una recarga proveniente de la infiltración directa de las lluvias en la región inmediata.

* Facultad de Ciencias de la Tierra, U.A.N.L., Linares, N.L.

** Alfred-Wegner Institute für Polar und Meeresforschung,
D-2850, Bremerhaven, Alemania.

CAPILLA ALFONSINA
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

- Las aguas de la presa "Cerro Prieto" muestran los valores de $\delta^{18}O$ menos negativos del estudio, indicando el efecto de intensa y prolongada evaporación en la planicie. También se señala el rápido cambio en $\delta^{18}O$, a más negativo en la temporada de lluvias de Octubre. Los valores reportados son del orden de -2.5 ‰ en el periodo de seca y -6.7 ‰ en la temporada de lluvias.

En suma la aplicación de este método nos puede proveer de la valiosa información para dar respuesta definitiva de las interrogantes sobre el sistema de aguas de la región. Para las conclusiones finales se requiere proseguir con un muestreo sistemático e involucrar la medición de $\delta^{18}H$ en forma simultánea a $\delta^{18}O$

Juan Manuel Barrios-Castillo
Laboratorio de Hidrogeología

Es de vital importancia incrementar el conocimiento acerca del complejo sistema de aguas subterráneas de la Planicie Costera del Golfo de México, particularmente en la zona ubicada al interior de la Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental. Esto con el fin de optimizar la explotación del recurso en el presente y planear para el futuro, desarrollo de actividades industriales y agropecuarias del sector correspondiente a la zona. Para ello es indispensable determinar las características de las aguas subterráneas que son explotadas mediante pozos y norias. La principal información en este contexto es: son las aguas subterráneas recargadas directamente por la infiltración de las aguas de lluvia caídas en la región, o bien, provienen de las lluvias en la sierra con el agua almacenada en la planicie por corrientes subterráneas. Este tipo de muestreo directo, desarrollado en la Planicie de Linares e incluido en el presente estudio, reportamos los resultados preliminares obtenidos de la aplicación de técnicas de hidrogeología en la zona de estudio. Las muestras investigadas fueron tomadas de manantiales, pozos y norias. Los resultados de las mediciones de $\delta^{18}O$ y $\delta^{18}H$ en las aguas subterráneas estudiadas se discuten en el presente estudio.

- Las aguas de manantiales y norias (Sierra Madre Oriental) muestran valores de $\delta^{18}O$ en el rango de -2.5 a -6.7 ‰, dependiendo de la época de muestreo.
- Los datos de la Planicie de Linares muestran valores de $\delta^{18}O$ de -2.5 a -6.7 ‰ y forman un grupo de poca diferenciación. Los resultados de las mediciones de $\delta^{18}H$ en las aguas subterráneas de la zona de estudio, indican que el fenómeno de evaporación en la planicie puede ser el causante principal del enriquecimiento de $\delta^{18}O$ a valores menos negativos.

- Las aguas de manantiales y norias en la planicie en la temporada de menor precipitación (Junio), muestran en promedio el efecto de evaporación mediante el enriquecimiento de $\delta^{18}O$ a valores menos negativos, respecto de las muestras hechas para esas aguas en Octubre, cuando $\delta^{18}O$ de -2.5 a -6.7 ‰.
- Los datos de la Planicie de Linares muestran valores de $\delta^{18}O$ de -2.5 a -6.7 ‰, dependiendo de la época de muestreo. Los resultados de las mediciones de $\delta^{18}H$ en las aguas subterráneas de la zona de estudio, indican que el fenómeno de evaporación en la planicie puede ser el causante principal del enriquecimiento de $\delta^{18}O$ a valores menos negativos.

- Las aguas de los pozos en la Planicie de Linares muestran valores menos negativos de $\delta^{18}O$, cuando se hace la explotación de una recarga directa por lluvias en la planicie, comparada con infiltración desde los ríos. Haciendo menos plausible la hipótesis de recarga por un sistema de fracturas proveniente de la sierra.
- Para las aguas de manantiales y norias, los valores de $\delta^{18}O$ del orden de -2.5 a -6.7 ‰ señalan a una recarga proveniente de la infiltración directa de las lluvias en la región estudiada.

Facultad de Ciencias de la Tierra, U.N.A.M., Linares, S.L.P.
Dr. Jörg Werner, Instituto für Polar und Hochgebirgsforschung
D-5250, Brnoberg, Alemania

PROBLEMAS HIDROGEOLOGICOS DE LA REGION DE LINARES

Por: Jörg Werner

1. Resumen

En la región de Linares, N.L., las aguas subterráneas son aprovechadas de pozos y norias en gran número. Sin embargo este uso práctico muy intensivo del agua subterránea no da cuenta ni de los caudales disponibles ni de la calidad de las aguas subterráneas, posiblemente alterada por sobre-explotación y por contaminaciones diversas. Falta una colección y evaluación de datos de pozos y norias, que en su mayoría son muy fragmentarios. Las estructuras del acuífero cuaternario (canales de gravas y conglomerados) no son conocidos. Faltan mediciones hidrogeológicas regulares tales como cálculos del escurrimiento subterráneo natural y además análisis químicos comparativos. Un primer paso a la solución de estos problemas sería la realización de una carta hidrogeológica, en la cual los datos hidrogeológicos existentes esten presentados en forma evaluada. Este trabajo sería acompañado por investigaciones sistemáticas.

2. Introducción

En la región de Linares las aguas subterráneas son aprovechadas de pozos y norias casi innumerables, tanto para riego y para agua potable. Sin embargo este uso práctico muy intensivo del agua subterránea no toma en cuenta ni los gastos disponibles ni la calidad de las aguas subterráneas, posiblemente ya alterada por sobre-explotación y por contaminaciones diversas.

Hasta ahora falta una colección y evaluación de los datos de pozos y norias. Este hecho tiene dos razones:

1. No existe una institución responsable para la colección y evaluación de datos de perforaciones y pozos, geológicos e hidrogeológicos; esto quiere decir que aún falta un servicio geológico en México, como lo tienen casi todos los otros países industriales.

2. Documentos de pozos son muy fragmentarios: Las empresas de perforación no colocan registros de las perforaciones, ya que nadie lo exige de ellas. Tampoco hay geólogos que tienen que ocuparse en estas perforaciones. Ensayos de bombeo casi nunca son realizados según las reglas de la geohidráulica. Análisis químicos, especialmente de posibles contaminantes, son una cosa rara.

Las consecuencias de este déficit de conocimientos son:

- el desconocimiento de la cantidad de agua subterránea extraída
- la imposibilidad de calcular el escurrimiento subterráneo natural
- el conocimiento escaso de la calidad del agua subterránea y de sus alteraciones, causadas por sobre-explotación
- la imposibilidad de planear un manejo del agua subterránea.

Ni siquiera es conocido de cual acuífero el agua entra en los pozos. En resumen: El agua subterránea se trata como una "black box", una caja negra, que producirá agua potable hasta un plazo desconocido.

Hasta ahora no existe una publicación general de la hidrogeología regional del área de Linares, con excepción de un informe en idioma alemán (EBHARDT 1984).

3. Los acuíferos someros

En la región de Linares hay dos acuíferos de importancia para el aprovechamiento de agua potable: El acuífero de grietas de las lutitas de la Formación Méndez (Cretácico Superior) y el acuífero de poros del Cuaternario.

3.1 Acuífero de grietas (Formación Méndez)

Es conocido que lutitas tienen una permeabilidad de matriz muy baja. Sin embargo las lutitas de la Formación Méndez en la Planicie Costera contienen un sistema de grietas tectónicas que causan una permeabilidad de roca elevada.

Con este acuífero se ocuparon unos trabajos hidrogeológicos:

- ANDERSON II & AGUILERA (1986), con un modelo conceptual para exploración de aguas subterráneas en la planicie de la Sierra Madre Oriental, y
- ANDERSON II (1984), con una receta para ubicar perforaciones en las grietas de la Formación Méndez.

Además hay investigaciones en el Campus de la Universidad:

- Tesis M. RANGEL (véase RANGEL 1991)
- Ensayos de bombeo de hidrogeólogos soviéticos (aún no publicados).

Los gastos de un pozo en este acuífero se encuentran entre 0 y 15 l/s.

Los aguas de la Formación Méndez son más o menos mineralizadas, con un contenido de sólidos disueltos de >900 mg/l. Domina el bicarbonato, en parte con concentraciones de cloruro bastante elevadas (>125 mg/l), véase tabla 1. Hasta ahora faltan investigaciones químicas comparativas para explicar las causas de las variaciones que son bastantes grandes de pozo a pozo, además para poder diferenciar claramente entre sustancias disueltas geógenas y antropógenas. Estas últimas sobre todo deben ser productos del riego y de fertilizantes.

Ya que los aguas de este acuífero se mueven en grietas, quiere decir con velocidades altas y sin filtración, están amenazadas por poluciones en un grado muy alto.

De estas observaciones resulta que en la región de Linares hay valles de ríos antiguos, rellenados de gravas y conglomerados cuaternarios (véase fig.1). Estos canales son de gran importancia como acuíferos. Sin embargo hasta ahora sus cursos y estructuras no son conocidos. Se encuentran debajo de las terrazas T1 - T3 de RUIZ (1990, véase fig.2. La tesis doctoral de RUIZ, un trabajo edafológico, es la única publicación existente que se ocupe en las terrazas fluviales de la región).

El agua de los acuíferos cuaternarios tiene muy probablemente una mineralización baja, como sugieren los resultados de una investigación química del agua potable de Linares (reporte de la Facultad de Ciencias de la Tierra 1991, Dra. Cecilia RODRIGUEZ DE BARBARIN). En 5 pozos investigados se muestran 2 tipos de agua muy diferentes (véase tabla 1). La identificación de estos tipos con los dos acuíferos es insegura, ya que faltan perfiles geológicos y los datos hidráulicos necesarios de los pozos. Además no hay investigaciones comparativas para reconocer la influencia antropógena.



Fig. 1: Corte esquemático de un canal de gravas en la región de Linares

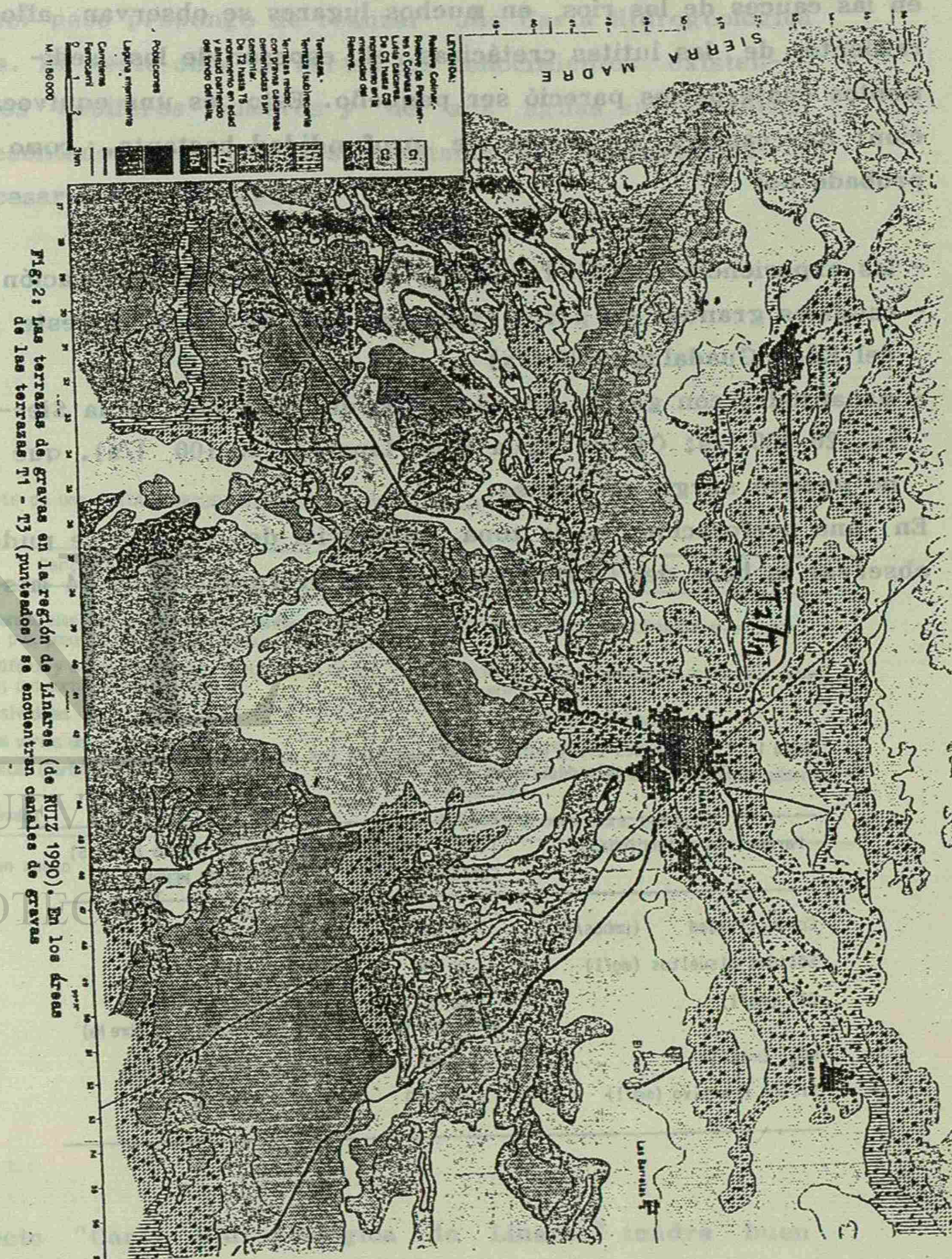


Fig. 2: Las terrazas de gravas en la región de Linares (de RUIZ 1990). En los áreas de las terrazas T1 - T2 (punteados) se encuentran canales de gravas

3.2 Acuífero de poros del Cuaternario

Las gravas y conglomerados fluviátiles del Cuaternario son sedimentados sobre las lutitas de la Formación Méndez. Ya que en las cauces de los ríos en muchos lugares se observan afloramientos de las lutitas cretácicas, el espesor de los sedimentos cuaternarios pareció ser pequeño. Esto es una equivocación: Hay canales de gravas de profundidad bastante, como es probado por

- las experiencias de SISTELEON y de empresas de perforación
- caudales grandes de pozos (ejemplo: pozo de riego al oeste del Ejido Guadalupe, 98 l/s)
- manantiales con gastos grandes (Ojo de Agua pié de la Sierra, 20-300 l/s; Ojo de Agua E de Linares, 50-100 l/s), que no pueden surgir de lutitas.

En una perforación en la zona Industrial de Linares se pudo observar la base del Cuaternario en una profundidad de 24 mts.

Tabla 1: 2 diferentes tipos químicos de agua para los pozos de abastecimiento de agua potable de Linares

Parámetros seleccionados	TIPO I (Pozos 1 y 4)	TIPO II (Pozos 2,3 y 5)
	CUATERNARIO ?	FORMACION MENDEZ?
Conductividad (umhos/cm)	≤ 890	> 1380
Sólidos disueltos (mg/l)	< 600	> 910
Cl ⁻ (mg/l)	< 30 (sin exceso de Cl sobre Na)	> 125 (con exceso de Cl sobre Na)
NO ₃ ⁻ (mg/l)	< 10	> 25
Silice reactivo (mg/l)	< 17,0	> 18,0

4. Propuesta de una Carta Hidrogeológica de Linares

¿Como resolver estos problemas abiertos?

Como primer paso propongo de realizar una Carta Hidrogeológica de Linares. En esta obra de cartas los conocimientos existentes de los acuíferos someros y de sus aguas subterráneas serían presentados junto con los resultados de las investigaciones necesarias según tabla 2.

Tabla 2: Proyecto de una CARTA HIDROGEOLOGICA DE LINARES (1:50 000, en parte 1:10 000)

Cartas parciales	Medidas necesarias
1. Carta de los manantiales, pozos y norias (con fuentes posibles de contaminaciones, p.e. pozos de aguas negras, depósitos de basura)	Colección de datos; reconocimientos en el campo
2. Carta de los acuíferos y de sus estructuras, especialmente de los canales de grava; con cortes hidrogeológicos	Colección de datos; registros de pozo(rayos gamma); mapeo geoelectrico
3. Carta de Transmisividades	Evaluación de ensayos de bombeo
4. Cartas de estados varios del nivel freático	Mediciones de espejo; nivelaciones
5. Cartas hidroquímicas (parámetros varios)	Colección de análisis existentes; análisis químicos, evaluaciones
6. Carta hidrogeotérmica	Mediciones de temperatura, evaluación

Comentarios en un anexo

El proyecto "Carta Hidrogeológica de Linares" tendrá buen éxito solamente, si hay buena cooperación y una información libre y mutua entre todos los que se ocupan en las aguas subterráneas de la región de Linares.

5. Bibliografía

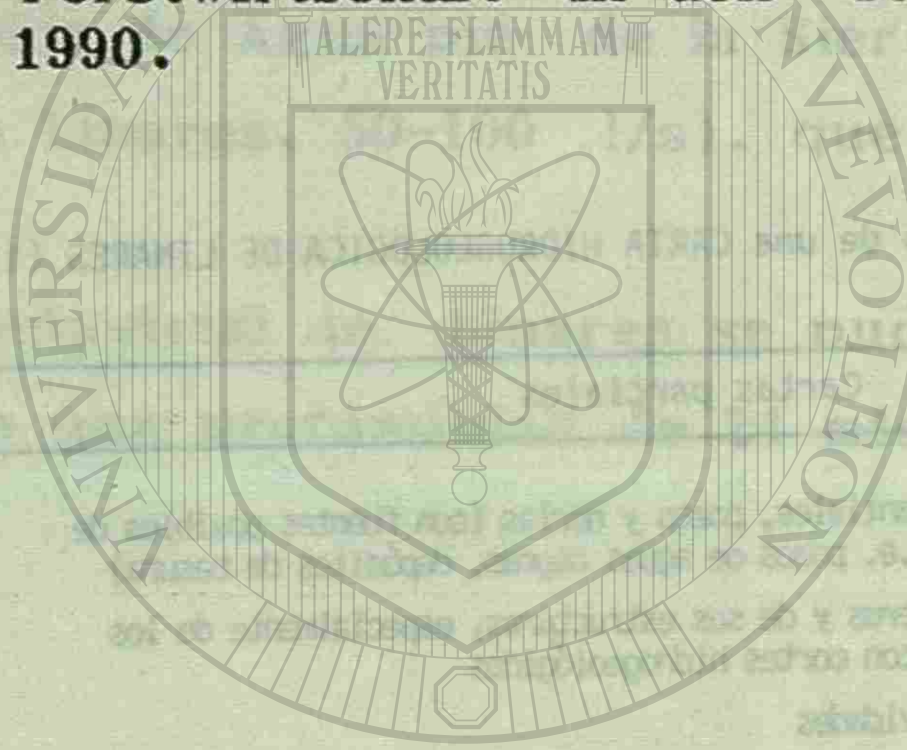
ANDERSON II, B.D. & AGUILERA, V.M.: Push Faults, a Conceptual Model for Groundwater Exploration in the Sierra Madre Oriental Foreland, Mexico.- Zbl.Geol.Palöont. Teil I, 1985, 1149-1160, Stuttgart 1986.

ANDERSON II, B.D.: Un método para encontrar agua subterránea al pié de la Sierra Madre Oriental.- Univ. Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra. 5 pag., Linares 1984.

EBHARDT, G.: La hidrogeología y la hidroquímica de la región de Linares.- Linares 1984 (mscr.).

RANGEL, M.: Hidrogeología de la Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Mexico.- (Este publicación.....1991).

RUIZ, M.A.: Zur Gliederung, Verbreitung und ökologischen Bewertung der Böden in der Region von Linares, N.L., Mexiko.- Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, H.56, Göttingen 1990.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA REGION DE LINARES, N.L. FASE INICIAL EN LA CONFECCION DE UN MODELO HIDROGEOLOGICO DEL ANTEPAIS AL NORDESTE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL DE MEXICO*

J.M. Rojas **
V.A. Vsevolozhsky ***
R.S. Shtengelov ***
V.I. Dyunin ***

RESUMEN

La zona nordeste del país se distingue por su clima árido y la baja disponibilidad de aguas superficiales, por lo que las aguas subterráneas y su estudio adquieren gran importancia como premisa principal para el desarrollo de esta región. El enfoque hidrogeológico que se le dará a la franja localizada en el contacto abrupto entre las provincias fisiográficas Cadena Alta y Cuenca de Sabinas de la Sierra Madre Oriental, tiene un carácter sui generis. Es una franja de unos 300 Km de largo por 30 de ancho, estructuralmente compleja, con accidentes plicativo-disyuntivos de más en más acentuados conforme más próximo está el borde de la Sierra Madre Oriental. La información dado lo extenso de la franja es rala y dispersa, no así en la región de Linares, N.L. donde es bastante densa y ordenada, sobre todo en el Centro de Producción Agropecuaria de la U.A.N.L. Esto coadyuvó a que se iniciaran aquí los estudios hidrogeológicos de dicha franja en el borde convexo de la Sierra Madre Oriental.

* Solo resumen
** Facultad de Ciencias de la Tierra. U.A.N.L.
A.P. 104
67700 Linares, N.L., México
*** Facultad de Geología, Universidad Estatal de Moscú, "M.V. Lomonosov". URSS

CAPILLA ALFONSINA
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

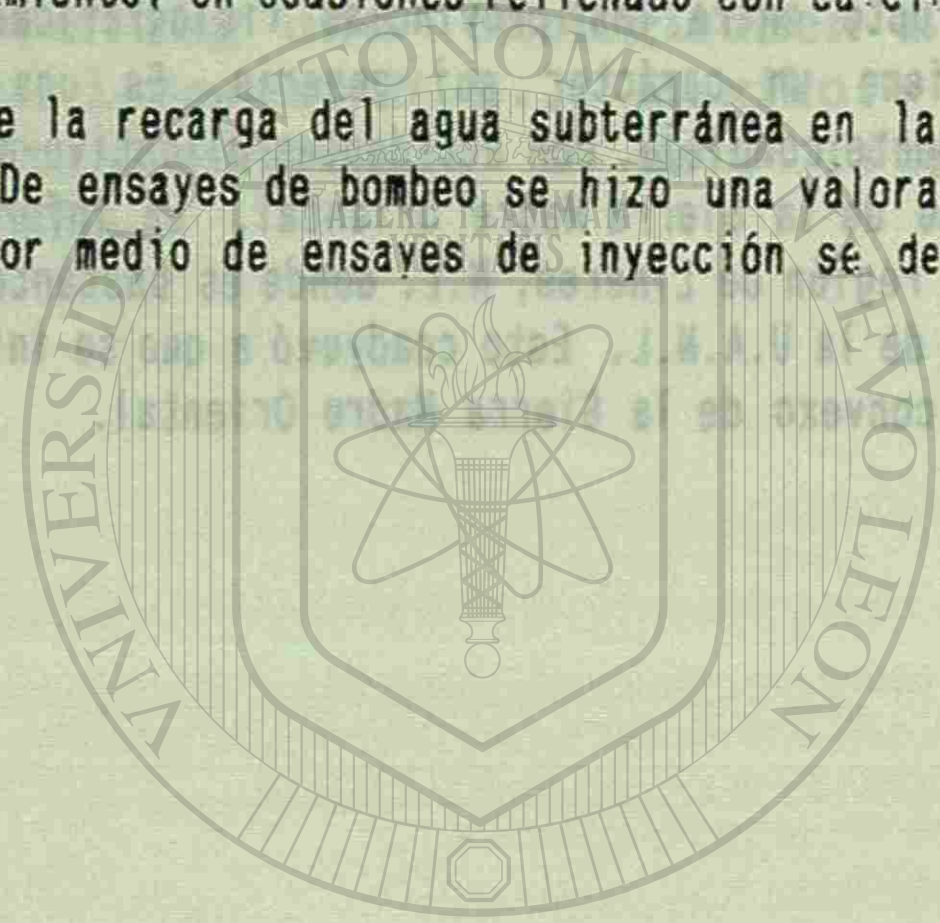
Martín Mario Rangel-Rodríguez **

RESUMEN

El Campus Universitario de la Unidad Linares de la U.A.N.L. presenta condiciones favorables para el estudio de las aguas subterráneas dado el gran número y distribución de alumbraamientos dentro de su área. El campus se encuentra ubicado dentro de la Planicie Costera del Golfo, en zona de transición de clima seco a clima húmedo.

En el área de estudio afloran margas y lutitas del Cretácico Superior pertenecientes a la Formación Méndez, las cuales están subyaciendo a los depósitos continentales de edades pliocénicas y cuaternarias. Estos últimos por su naturaleza porosa son buenos conductores y almacenadores de agua, propiedades que son mejoradas por carsticidad. Las margas y lutitas son impermeables en estado inalterado, pero debido a efectos tectónicos se encuentran fracturadas y agrietadas. A través del fracturamiento, en ocasiones rellenado con calcita, circula y se almacena el agua subterránea.

En el presente estudio se hizo una estimación de la recarga del agua subterránea en la zona y se realizaron análisis hidroquímicos para su tipificación. De ensayos de bombeo se hizo una valoración de la transmisibilidad del acuífero de fracturas. Asimismo, por medio de ensayos de inyección se determinó su permeabilidad.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

* Solo resumen
** Facultad de Ciencias de la Tierra, U.A.N.L.
Carretera a Cerro Prieto, Km. 8, A.P. # 104,
67700 Linares, N.L., México.

Cosme Pola-Simuta *
Kalinin A.V. **
Kulnitsky L.M. **
Shalaeva N.V. **

RESUMEN

Las filtraciones en presas de almacenamiento de agua tanto para uso agropecuario y potable como de uso industrial son problemas prácticos y concretos a resolver.

El método de Potencial Natural (SP) es uno de los métodos más efectivos para estudiar las filtraciones en presas ya que, estas últimas generan un potencial eléctrico, el cual dependerá de la intensidad de ellas. Así también con este método podemos determinar zonas de contaminación.

En la presa Cerro Prieto por su ubicación presenta varios problemas técnicos y geológicos. Las primeras investigaciones geofísicas realizadas del Campo Eléctrico Natural (CEN) muestran posibilidades de determinar las zonas de filtración con anomalías hasta de 0.5 mv. Con el equipo y metodologías desarrolladas en la Facultad de Ciencias de la Tierra se pueden medir diferentes componentes del CEN (longitudinal y transversal del vector E, así como el potencial).

Las investigaciones se realizaron en un área de aproximadamente 8 Km contigua a la cortina. Las mediciones se hicieron a lo largo de perfiles con una longitud total de 20 Km.

* Facultad de Ciencias de la Tierra, U.A.N.L.
A.P. 104
67700 Linares, N.L., México

** Facultad de Geología, Universidad Estatal
de Moscú, "M.V. Lomonosov", URSS.

RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS INVESTIGACIONES DE FILTRACION
POR POTENCIAL ELECTRICO NATURAL EN LA PRESA
CERRO PRIETO (LINARES, N. L.)

Por: Pola-Simuta C.*, Kalinin A.V.***, Kulnitsky L.M.***, Shalaeva N.V**.

INTRODUCCION

En la Tierra existen diversos campos electromagnéticos naturales que se diferencian por su naturaleza, carácter y escala. Entre ellos un lugar especial ocupan los campos eléctricos.

Los campos eléctricos naturales de filtración en la Tierra estan relacionados con el movimiento de las aguas subterráneas en las rocas porosas. Generalmente estos campos se identifican muy bien y se separan confiablemente en medio de otros campos por sus características y sus relación con determinada situación litologo-hidrogeológica o geomorfológica.

Los campos de filtración son en sí un fenómeno conocido en la físico-química como potencial de flujo o potencial de paso. Este consiste en que el líquido en movimiento en un medio poroso forma un campo eléctrico. El mecanismo de como surge el campo lo podemos analizar en un ejemplo sencillo de un capilar con paredes impermeables, a través del cual se desplaza el agua. En el contacto del capilar con el líquido como consecuencia de la interacción de los medios sólido y líquido (por ejemplo, como resultado de la absorción de los iones del líquido) se forma una capa eléctrica doble. Parte de la tensión y de las cargas de la capa doble toca la capa de agua que se encuentra adherida a la frontera, la cual se forma cuando esta en movimiento por el capilar. El traslado de las cargas con el líquido, las cuales por comodidad lo consideraremos positivo, es equivalente al flujo de cierta corriente I^+ (Fig. 1).

La velocidad del movimiento de las cargas en el capilar va a responder a la velocidad del movimiento del líquido, a las correspondientes distancias con respecto a la capa fija.

Las particularidades de la situación en un medio acuoso y los procesos que se suceden en él, las determinan campos eléctricos de diferentes orígenes. Algunos de ellos se han determinado por observaciones directas, a los cuales estan relacionados principalmente, los campos de filtración, difusión y absorción.

* Facultad de Ciencias de la Tierra, U.A.N.L.
Apdo. Postal 104, Linares, 67700 N. L.
** Facultad de Geología, Universidad Estatal de Moscú
M.V. Lomonosov.
119899, GSP, Moscú, Rusia (C.E.I.)

OBJETIVO

El objetivo de las investigaciones durante esta etapa consistió principalmente en experimentar todo el sistema digital del registrador de seis canales, diseñado y desarrollado en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la U.A.N.L. para el convenio de cooperación técnica con la Universidad Estatal de Moscú, M.V. Lomonosov. Esta etapa consistió en la realización de un campo eléctrico natural de filtración en un capilar.

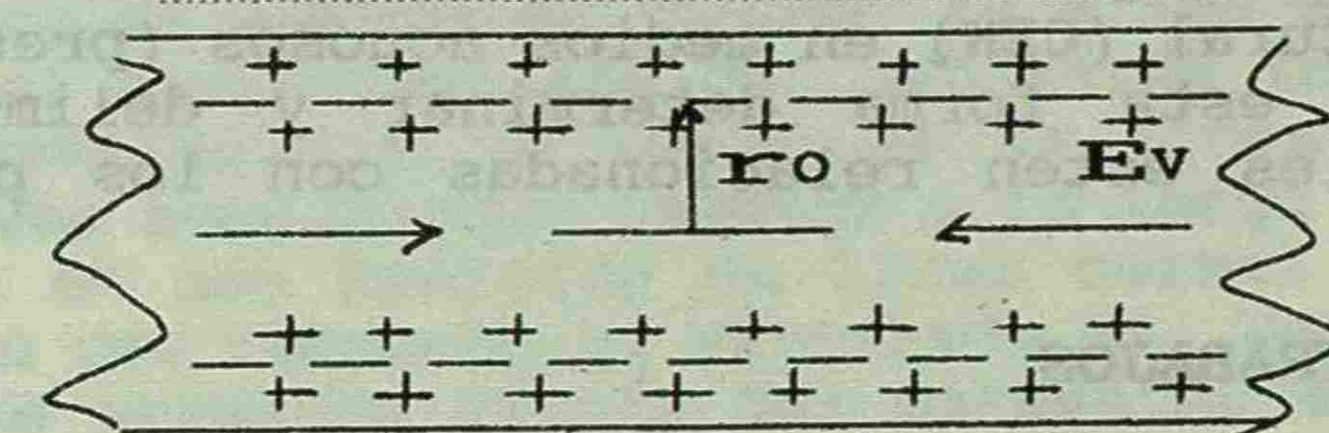


Fig 1. Esquema de como se forma el campo de filtración en un capilar.

→ Dirección del movimiento del líquido en el capilar.

E_v ← Potencial de filtración.

r_o — Radio del capilar.

OBJETIVO

El objetivo de las investigaciones durante esta etapa consistió, principalmente, en experimentar todo el sistema digital del registrador de seis canales, diseñado y desarrollado en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la U.A.N.L. bajo un convenio de cooperación internacional con la Universidad Estatal de Moscú, M.V. Lomonosov. Este registrador tiene la finalidad de medir el Campo Eléctrico Natural (CEN) en medios acuosos (presas, lagos, ríos, etc.) y de esta forma determinar y delimitar zonas anómalas, las cuales esten relacionadas con los procesos de filtración.

PLANEACION DE LOS TRABAJOS

De acuerdo a lo planeado en este proyecto de investigación se eligió una zona de la presa Cerro Prieto, contigua a la cortina con una superficie aproximada de 8 km². Las mediciones se hicieron a lo largo de perfiles con una longitud de 20 km.

I. En esta etapa se realizaron los siguientes tipos de trabajos y actividades.

1. Estudio de los diferentes procedimientos de medición y elección de la metodología.
2. Investigaciones de las características instrumentales del sistema de registro y particularmente del dispositivo de medición, nivel de los ruidos propios, efecto de las diferentes condiciones del tiempo en las mediciones, velocidad de desplazamiento del catamarán, oleaje, longitud de los cables de los electrodos, número de electrodos, procedimiento de fijación de los electrodos a la profundidad óptima dentro del agua.
3. Desarrollo de las construcciones para tener una correcta flotación de los electrodos durante el arrastre.

II. En esta etapa se realizaron las mediciones de las componentes del CEN a lo largo de los perfiles manteniendo una señal/ruido aceptable y una resolución alta.

III. Preparación del apoyo matemático para un procesamiento-express de los datos obtenidos, así como el análisis e interpretación de los datos procesados.

METODOLOGIA

Para las investigaciones del CEN en presas se diseñó un controlador de inteligencia lógica para la captación de datos, el cual consiste de un convertidor de polaridad analógico-digital con una rapidez de 1 ms y un dispositivo de registro en base de una PC - compatible.

El dispositivo de medición consiste de cuatro electrodos no polarizables hechos de tubos de plástico (en calidad de

contenedores), los cuales están llenos de una solución de sulfato de cobre. El contacto galvánico con el agua se hace a través de tapones de madera porosa. Los electrodos se conectan a la entrada del controlador con la ayuda de un cable coaxial de 6 mm. Para la medición de las componentes longitudinal y transversal del CEN se empleó un dispositivo que mide la diferencia de potencial entre el electrodo "común" X0 y los electrodos X1, X2 y Y. Durante el desplazamiento del catamarán los electrodos X0, X1 y X2 se desplazan a lo largo de la línea de perfil y el electrodo Y debe desplazarse también a lo largo del perfil pero, manteniéndose en una posición en línea normal al perfil a una distancia fija con respecto al electrodo X0. Todo el dispositivo de medición se arrastra detrás del catamarán a una profundidad constante (Fig. 2).

De esta forma, son posibles dos tipos de dispositivo de medición: uno sencillo, compuesto de tres electrodos (X0, X1, Y), y otro más perfecto de cuatro o más electrodos. Todos estos dispositivos se experimentaron.

Las mediciones que se realizaron a lo largo de los perfiles con una longitud total de más de 30 km tanto en condiciones favorables del tiempo como adversas es decir, cuando el agua estaba tranquila y cuando había fuerte oleaje.

CONSIDERACIONES DEL METODO

Cuando se estudia la estructura del potencial del CEN, encaminado a los problemas de búsqueda de zonas de filtración en el vaso de la presa, el interés fundamental lo constituyen los mínimos y máximos locales que se manifiestan sobre el valor base regional. Aquí, consideramos que la estructura del potencial lo determina la presencia de procesos de filtración, los cuales están relacionados con la composición litológica de las rocas y las particularidades tectónicas de la región en estudio.

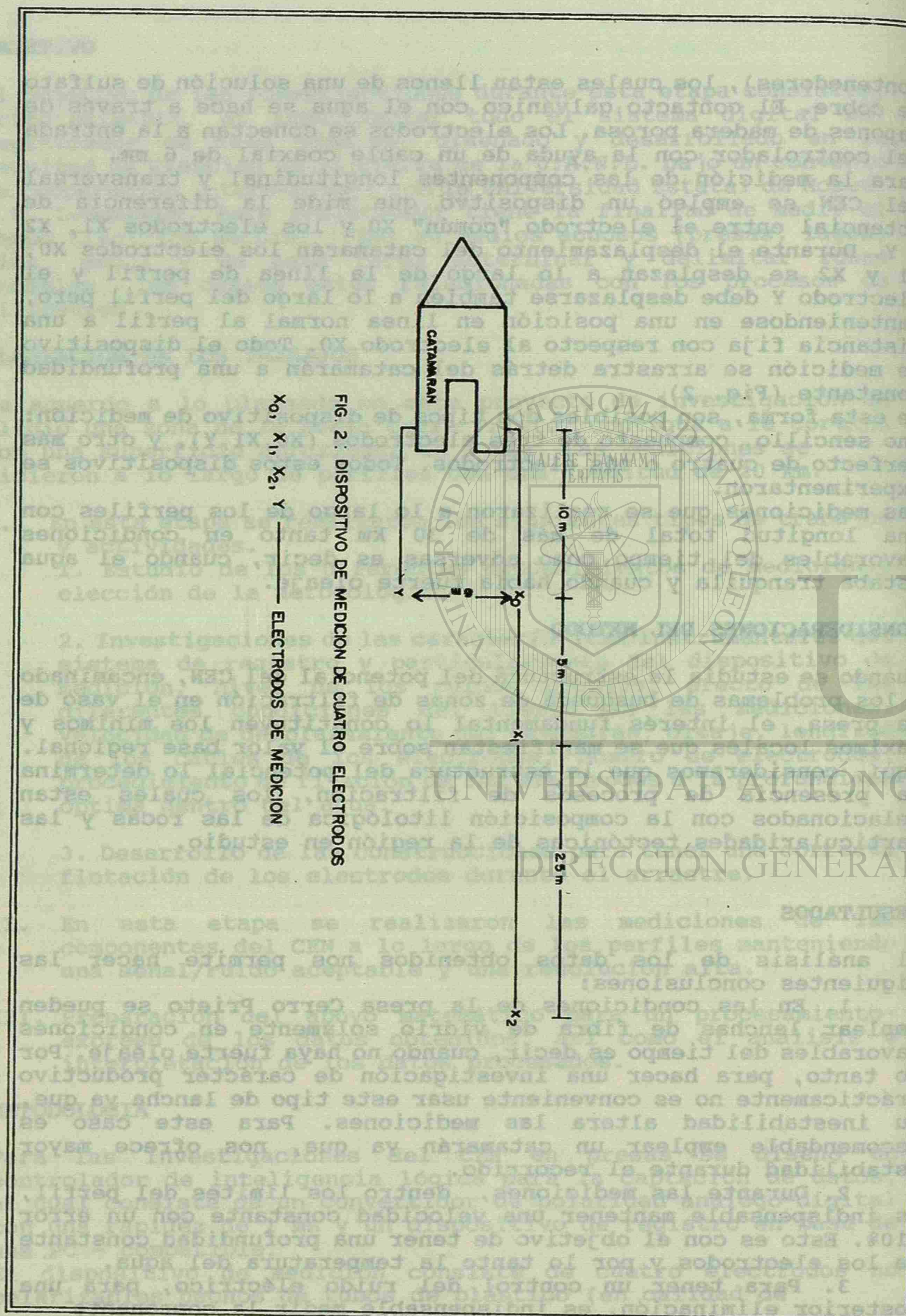
RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos nos permite hacer las siguientes conclusiones:

1. En las condiciones de la presa Cerro Prieto se pueden emplear lanchas de fibra de vidrio solamente en condiciones favorables del tiempo es decir, cuando no haya fuerte oleaje. Por lo tanto, para hacer una investigación de carácter productivo prácticamente no es conveniente usar este tipo de lancha ya que, su inestabilidad altera las mediciones. Para este caso es recomendable emplear un catamarán ya que, nos ofrece mayor estabilidad durante el recorrido.

2. Durante las mediciones, dentro los límites del perfil, es indispensable mantener una velocidad constante con un error <10%. Esto es con el objetivo de tener una profundidad constante de los electrodos y por lo tanto la temperatura del agua.

3. Para tener un control del ruido eléctrico, para una posterior eliminación, es indispensable medir la componente



longitudinal del CEN como mínimo a dos separaciones es decir, con ayuda de tres electrodos, los cuales permiten medir las diferencias de potencial en las tres bases. Los dispositivos de este tipo resultan insustituibles para la revelación de los efectos de promediación espacial.

4. El dispositivo de medición permite utilizar la polaridad de la señal que medimos como un criterio complementario en el análisis de los datos obtenidos.

El empleo de tres electrodos para las mediciones del CEN nos permite controlar los errores que surgen por causas diversas, las cuales están relacionadas con la metodología. La medición de la componente transversal permite en cada punto del perfil determinar el valor del vector (E) y su dirección en ese mismo punto, en el cual se hicieron las mediciones de las componentes longitudinal y transversal (Figs. 3 y 4). Por medio de la repetición de las mediciones en el perfil de apoyo se estableció que el equipo desarrollado y la metodología elegida permitieron con certeza separar anomalías de una amplitud de 5 mv lo que corresponde a un de la tensión del campo de 50 mv/m. Este valor corresponde a una zona de filtración o descarga que se encuentra a una profundidad de 10 m en una área de 1 m², para el caso cuando el agua tiene una resistividad de 30 ohm.m y la resistividad de las formaciones naturales 70 ohm.m, la porosidad de éstas se tomó al 50 %, potencial de 30 mv, permeabilidad dieléctrica del agua de $81/36 \cdot \pi \cdot 10^9$, viscosidad del agua $1307 \cdot 10^{-6}$ kg/m.s. y un número de Reynolds de 2300 (Fig. 5).

BIBLIOGRAFIA

- Kalinin, V.V., Kalinin, A.V., Musatov, A.A., Fataliev, M.J., Aparatura y metódica de las investigaciones geofísicas a detalle en medios acuosos someros para investigaciones de ingeniería geológica, Ingeniería geológica, 5, 118-123, 1983, (en ruso).
- Kalinin, V.V., Musatov, A.A., Determinación de zonas de descarga y recarga de aguas subterráneas por medio de mediciones de potenciales eléctricos naturales en medios acuosos desde una lancha, Ingeniería geológica, 1, 118-121, 1980, (en ruso).

Resultados de las observaciones repetidas en diferentes perfiles en la presa Cerro Prieto, LINARES
Componente longitudinal de vector E

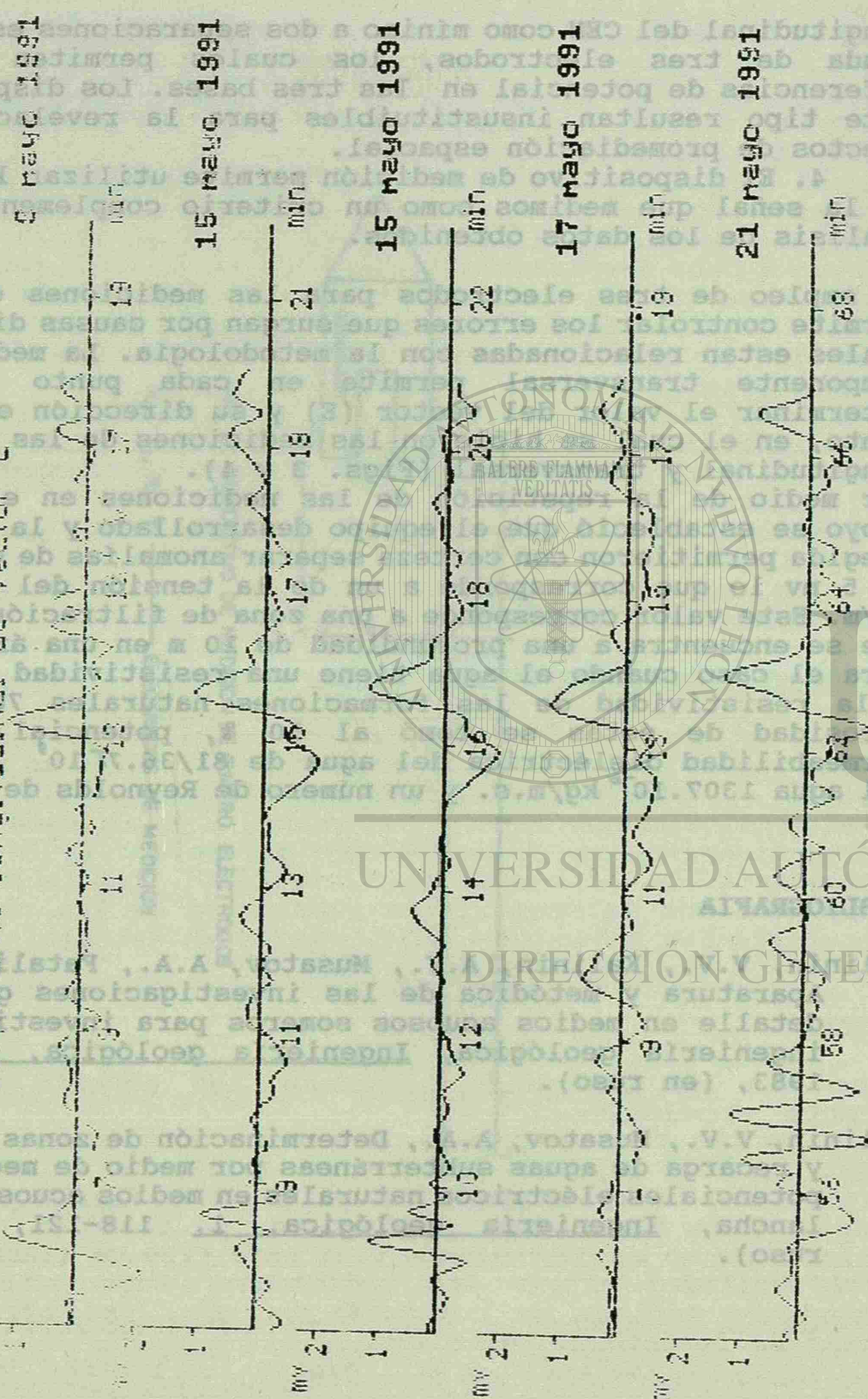


FIGURA 3

Resultados de las observaciones repetidas en diferentes perfiles en la presa Cerro Prieto, LINARES
Componente transversal de vector E

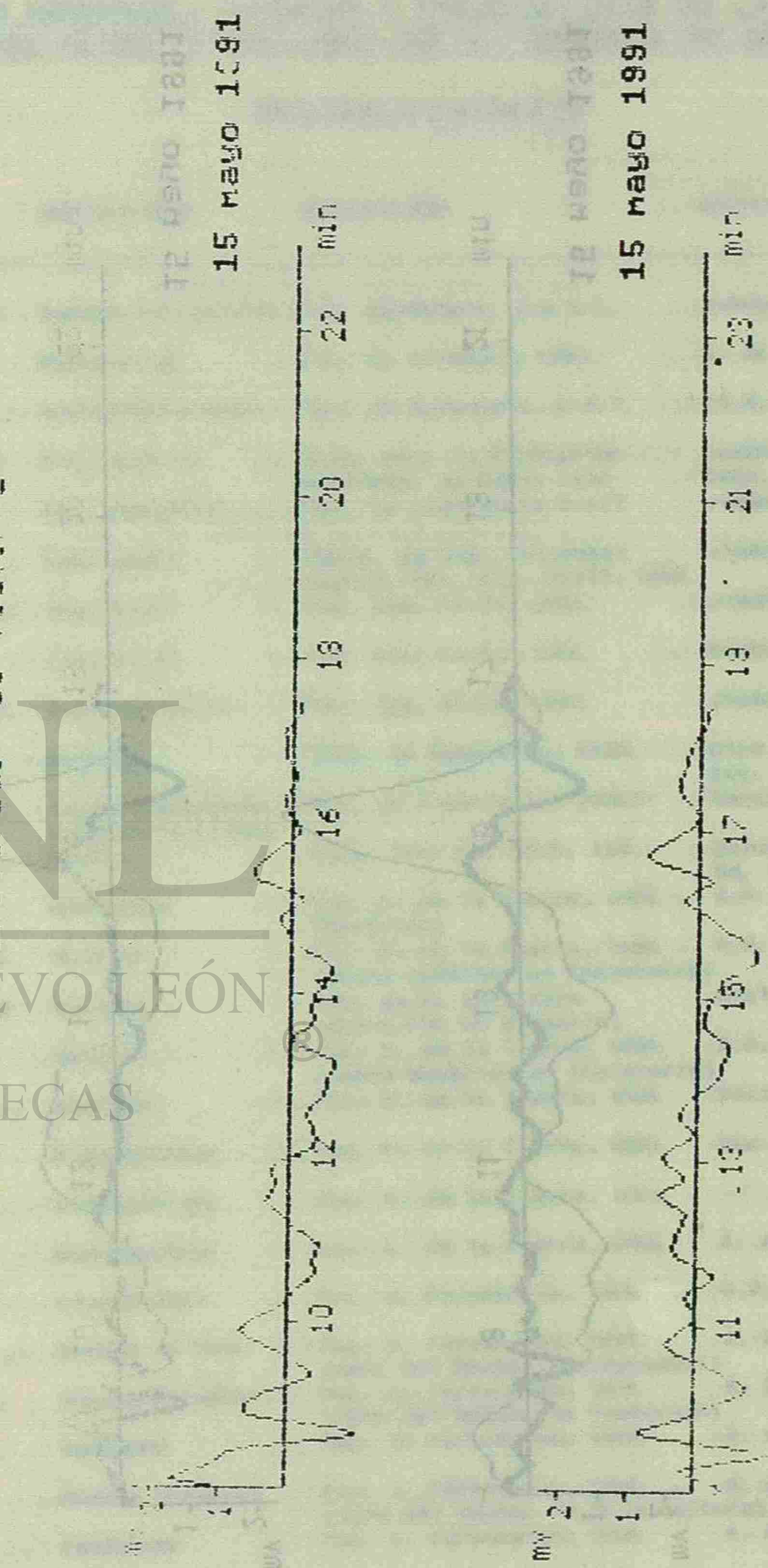


FIGURA 4

Resultados de las observaciones repetidas en diferentes perfiles
en la Presa Cerro Prieto, LINARES

Componente longitudinal de vector E y potencial

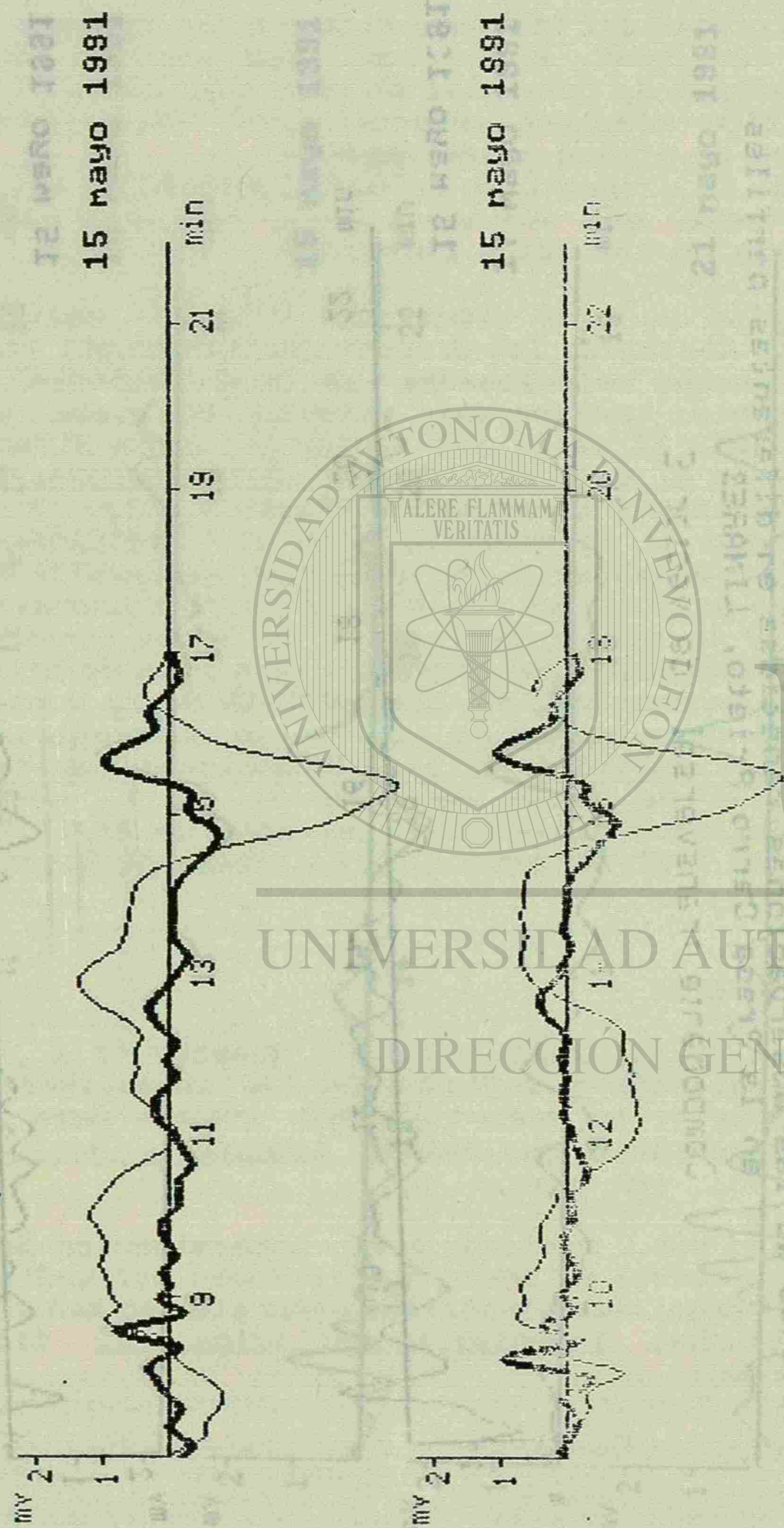


FIGURA 5

II SIMPOSIO REGIONAL: AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION
DEL CLIMA Y DEL AGUA EN EL NORESTE DE MEXICO

DIRECTORIO

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
Dr. Rigoberto Vázquez	Suelos-Irrigación	Fac. Agronomía, U.A.N.L.	Juárez Sur 508, Marín, N.L.	80022
Miguel Angel Vidal E.	Meteorólogo	Fac. de Agronomía UANL	U. de Morelos 215, Mty. N.L.	525286
Dr. Juana Ma. Castillo	Suelos-Agronomía	Fac. de Agronomía, U.A.T.	15 N.L. y Ver. 1612, Vict. Tam.	
Dr. J. Manuel Can Valle	Ing. Químico	Inst. para la Protección Ambiental de Nuevo León	Ocampo 250 Pte piso 10 Desp. 1010	456215
Dr. Juan Limón Montes	Ing. Ambiental	Fac. de Ingeniería Civil	Jiménez 220 Nte., Mty. N.L.	456494; 426320
Dr. Benjamín Limón	Ing. Civil	Depto. de Ing. Ambiental (Jefe), Fac. Ing. Civil, UANL	Jiménez Nte. 220, Mty. N.L.	456494; 426320
Dr. David Fdz. Camargo	Ing. Civil	Fac. Ing. Civil, UANL	Jiménez Nte. 220, Mty. N.L.	456494; 426320
Dr. Julián Camacho A.	Ing. Civil	Fac. Ing. Civil, UANL	Monte Libano 161, Mty. N.L.	593824
Dr. Martha L. Herrejon F.	Ing. Ambiental	Fac. Ing. Civil, UANL	Jiménez 220 Nte., Mty. N.L.	456554
Dr. C. Gabriela Gómez Rdz.	Bióloga	Inst. de Geografía, UNAM	Circ. Ext. C.U. México D.F. Ext. 4295	5505215
Dr. Daniel Fco. Campos	Agroclimatología Hidrología-Climas	Fac. de Ingeniería, UASLP	Genaro Codina 240 -altos.	
Dr. C. Pedro Almaguer S.	Suelos	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	Boluevar Portes Gil S/N Cd. Victoria, Tamps.	25370
Dr. Cosme Pola Simuta	Geofísico	Fac. C. de la Tierra, UANL (Director)	A.P. 104, Linares, N.L.	24302
Dr. Juan Manuel Barbarín	Químico	Fac. C. de la Tierra, UANL (Ahora-Sabático en Inglaterra)	A.P. 104, Linares, N.L.	
Dr. C. Juan Alonso Ramírez	Geólogo	Fac. C. de la Tierra (Ahora-PhD en Alemania)	Gral. Anaya 603 Pte. Linares,	25172
Dr. Cecilia Barbarín	Químico	Fac. C. de la Tierra, UANL (Ahora-Sabático en Inglaterra)	A.P. 104, Linares, N.L.	
Dr. José Manuel Rojas	Geólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL	Díaz Mirón; Linares, N.L.	24786
Dr. Jorge Werner	Hidrogeólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL	Esc. 204 Ote. Linares, N.L.	20185
Dr. Michael Hofmann	Hidrogeólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL		
Dr. C. Martín M. Rangel	Hidrogeólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL	G. Anaya 501 Ote. Linares	20797
Dr. C. Tereza Cavazos	Climatóloga	Fac. C. Forestales, UANL	A.P. 41, Linares, N.L.	67700 24895 24251
Dr. Alfonso Mtz. Muñoz	Manejo de Past.	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. Agroforestal)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Dr. Oscar A. Aguirre C.	Manejo Forestal	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. de Postgrado)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Dr. Horacio Villalón M.	Agrónomo	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Dr. Javier Jiménez P.	Manejo Forestal	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. de Silvicultura)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Dr. Miguel Angel Ruiz	Edafólogo	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual

II SIMPOSIO REGIONAL: AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION DEL CLIMA Y DEL AGUA EN EL NORESTE DE MEXICO

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
M.C. Glafiro Alanís F.	Biólogo	Fac. C. Forestales, UANL (Director)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 24895 24251
M.C. Marisela Pando M.	Fotointerpretación de zonas áridas	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Biol. Mauricio Cotera	Fauna Silvestre	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Dr. Jorge S. Marroquín	Botánica Taxonómica	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. de C. Básicas)	16 Sept. 100, Linares, N.L.	igual
Ing. Carlos H. Sánchez	Fitotecnista	Fac. C. Forestales, UANL	Nuevo León 502 Sur, Linares	24852
Manuel Niembro Barroso	Ing. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL	16 de Sept. 100, Linares	24116
Jorge Valdés González	Ing. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL	Roble 223 Col. Provileon	24439
Dra. Angeles Rechy	Tecnología Química de la madera	Fac. C. Forestales, UANL	Juan E. 255 Col. Niños Heroes	20426
Dr. Rahim Foroughbakhch	Ecólogo	Fac. C. Biológicas, UANL (Ahora-Sabático en Francia)	Monterrey, N.L.	
Dr. Leticia Hauad	Química	Fac. C. Biológicas, UANL (Ahora-Sabático en Francia)	Monterrey, N.L.	
Ing. Rodrigo Solís C.	Ing. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL	Gral Terán 335 Linares N.L.	22831
Armando Fernández A.	Méd. Vet. Zoo.	Preparatoria No 4, UANL	Libertad 401 sur, Linares	24740
Ramiro Rdz.	Ingeniero	CANACO Linares	Hidalgo 202 Sur, Linares	20257
Má. del Carmen Medina	Pas. de Ing. For.	Fac. C. Forestales, UANL	Libertad 361 Sur, Linares	23645
Pablo Chávez Martínez	Pas. de Ing. For.	Fac. C. Forestales, UANL	Hidalgo 601 Sur, Linares	
Oscar Infante Mercado	Pas. de Ing. For.	Fac. C. Forestales, UANL	Aguiles Serdan 503 Pte., Linares	
Má. del Refugio Bravo	Tec. Lab. Quim.	Fac. C. Forestales, UANL		
Felix Roque Cervantes	Tec. Ind. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL		
Omar G. Chávez Gtz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Cuanahutemoc 491 Sur, Linares	
Mario A. Tamayo Hdz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Hidalgo Sur, Linares, N.L.	21679
Eloy A. Lozano C.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	16 de Sep. 100 Pte. Linares	24116
Sergio Hernández Mtz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Cuanahutemoc y Escobedo, Linares	
Rubén Urbina Venegas	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	A.P. 41 Linares, N.L.	
José A. Corpus Sánchez	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Cruz de Malta 401 Col.	
Jorge Noé Camacho Gzz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Morelos 802 Pte. Linares	
Angel Mario BazaIdúa	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	A.P. 41, Linares, N.L.	
Erendida Rodríguez G.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL		
Claudia Rocío Oviedo A.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL		
José Baldemar Correa R.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	V. Carranza y Pedro Noriega	
Alberto Rodríguez A.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Héroes 47-210 El Cercado NL	52258

II SIMPOSIO REGIONAL: AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION DEL CLIMA Y DEL AGUA EN EL NORESTE DE MEXICO

DIRECTORIO

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
Rigoberto Vázquez	Suelos-Irrigación	Fac. Agronomía, U.A.N.L.	Juárez Sur 508, Marín, N.L.	80022
Miguel Angel Vidal E.	Meteorólogo	Fac. de Agronomía UANL	U. de Morelos 215, Mty. N.L.	525286
Juana Ma. Castillo	Suelos-Agronomía	Fac. de Agronomía, U.A.T.	15 N.L. y Ver. 1612, Vict. Tam.	
J. Manuel Can Valle	Ing. Químico	Inst. para la Protección Ambiental de Nuevo León	Ocampo 250 Pte piso 10 Desp. 1010	456215
Juan Limón Montes	Ing. Ambiental	Fac. de Ingeniería Civil	Jiménez 220 Nte., Mty. N.L.	456494; 426320
Benjamín Limón	Ing. Civil	Depto. de Ing. Ambiental (Jefe), Fac. Ing. Civil, UANL	Jiménez Nte. 220, Mty. N.L.	456494; 426320
David Fdz. Camargo	Ing. Civil	Fac. Ing. Civil, UANL	Jiménez Nte. 220, Mty. N.L.	456494; 426320
Julían Camacho A.	Ing. Civil	Fac. Ing. Civil, UANL	Monte Libano 161, Mty. N.L.	593824
Martha L. Herrejon F.	Ing. Ambiental	Fac. Ing. Civil, UANL	Jiménez 220 Nte., Mty. N.L.	456554
Gabriela Gómez Rdz.	Bióloga	Inst. de Geografía, UNAM	Circ. Ext. C.U. México D.F. Ext. 4295	5505215
Daniel Fco. Campos	Agroclimatología Higrología-Climas Suelos	Fac. de Ingeniería, UASLP	Genaro Codina 240 -altos	
Pedro Almaguer S.	Geofísico	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	Boluevar Portes Gil S/N Cd. Victoria, Tamps.	25370
Coame Pola Simuta	Químico	Fac. C. de la Tierra, UANL (Director)	A.P. 104, Linares, N.L.	24302
Juan Manuel Barbarín	Geólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL (Ahora-Sabático en Inglaterra)	Gral. Anaya 603 Pte. Linares,	25172
Juan Alonso Ramirez	Químico	Fac. C. de la Tierra, UANL (Ahora-PhD en Alemania)	A.P. 104, Linares, N.L.	
Cecilia Barbarín	Geólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL (Ahora-Sabático en Inglaterra)	Díaz Mirón; Linares, N.L.	24786
José Manuel Rojas	Hidrogeólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL	Esc. 204 Ote. Linares, N.L.	20185
Jorge Werner	Hidrogeólogo	Fac. C. de la Tierra, UANL	G. Anaya 501 Ote. Linares	20797
Michael Hofmann	Hidrogeólogo	Fac. C. Forestales, UANL	A.P. 41, Linares, N.L.	67700 24895 24251
Martín M. Rangel	Climatóloga	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Tereza Cavazos	Manejo de Past.	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. Agroforestal)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Alfonso Mtz. Muñoz	Manejo Forestal	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. de Postgrado)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Oscar A. Aguirre C.	Agrónomo	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Horacio Villalón M.	Manejo Forestal	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. de Silvicultura)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Javier Jiménez P.	Edafólogo	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Miguel Angel Ruiz				

CAPILLA ALFONSO BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

II SIMPOSIO REGIONAL: AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION DEL SUELO Y DEL AGUA

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
M.C. Glafiro Alanís F.	Biólogo	Fac. C. Forestales, UANL (Director)	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 24895 24251
M.C. Marisela Pando M.	Fotointerpretación de zonas áridas	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Biol. Mauricio Cotera	Fauna Silvestre	Fac. C. Forestales, UANL	A. P. 41, Linares, N.L.	67700 igual
Dr. Jorge S. Marroquín	Botánica Taxonómica	Fac. C. Forestales, UANL (Jefe del Depto. de C. Básicas)	16 Sept. 100, Linares, N.L.	igual
Ing. Carlos H. Sánchez	Fitotecnista	Fac. C. Forestales, UANL	Nuevo León 502 Sur, Linares	24852
Manuel Niembro Barroso	Ing. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL	16 de Sept. 100, Linares	24116
Jorge Valdés González	Ing. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL	Roble 223 Col. Provilleon	24433
Dra. Angeles Rechy	Tecnología Química de la madera	Fac. C. Forestales, UANL	Juan E. 255 Col. Niños Heroes	20426
Dr. Rahim Foroughbakhch	Ecólogo	Fac. C. Biológicas, UANL (Ahora-Sabático en Francia)	Monterrey, N.L.	
Dr. Leticia Hauad	Química	Fac. C. Biológicas, UANL (Ahora-Sabático en Francia)	Monterrey, N.L.	
Ing. Rodrigo Solís C.	Ing. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL	Gral Terán 335 Linares N.L.	22831
Armando Fernández A.	Méd. Vet. Zoo.	Preparatoria No 4, UANL	Libertad 401 sur, Linares	24740
Ramiro Rdz. J.	Ingeniero	CANACO Linares	Hidalgo 202 Sur, Linares	20257
Ma. del Carmen Medina	Pas. de Ing. For.	Fac. C. Forestales, UANL	Libertad 361 Sur, Linares	23645
Pablo Chávez Martínez	Pas. de Ing. For.	Fac. C. Forestales, UANL	Hidalgo 601 Sur, Linares	
Oscar Infante Mercado	Pas. de Ing. For.	Fac. C. Forestales, UANL	Aquiles Serdan 503 Pte., Linares	
Ma. del Refugio Bravo	Tec. Lab. Quim.	Fac. C. Forestales, UANL		
Felix Roque Cervantes	Tec. Ind. Forestal	Fac. C. Forestales, UANL		
Omar G. Chávez Gtz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Cuahuatmoc 491 Sur, Linares	
Mario A. Tamayo Hdz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Hidalgo Sur, Linares, N.L.	21679
Eloy A. Lozano C.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	16 de Sep. 100 Pta. Linares	24116
Sergio Hernández Mtz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Cuahuatmoc y Escobedo; Linares	
Rubén Urbina Venegas	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	A.P. 41 Linares, N.L.	
José A. Corpus Sánchez	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Cruz de Malta 401 Col.	
Jorge Noé Camacho Gzz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Morelos 802 Pta. Linares	
Angel Mario Bazaldúa P.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	A.P. 41, Linares, N.L.	
Erendida Rodriguez G.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL		
Claudia Rocío Oviedo A.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL		
José Baldemar Correa R.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	V. Carranza y Pedro Noriega	
Alberto Rodríguez A.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Heroes 47-210 ET Mercado NL	52258

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
Ignacio Tovar Cortés	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL		
Luis Alberto Mtz. Ll.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	A.P. 41, Linares, N.L.	
Joel David Flores Rivas	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	5 de Mayo 102 pte.	
Lauro de J. de la Rosa	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Calle Montemorelos R. Gómez	
Veronica Judith Herrera	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	20 de Nov. 501 Sur	
Rosa Ma. Gutiérrez Gtz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL		
Rafael Solís Moreno	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	16 de Sept. 195, Linares	
Riguel Garza Mtz.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Calle Coahuila 51 sur	
Ricardo Alberto Bueso	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL		
Arturo Tamez Torres	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Aquiles Serdán 503 pte.	
Héctor Castillo Moreno	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Vicente Gro. 607 pte.	
Liliana Vogel Báez	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Fco.I Madero 1025 nte.	
Riguel Angel Orozco M.	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	20 de Nov. Nte.	
Margarita Bravo Garza	Estudiante	Fac. C. Forestales, UANL	Río Potosí 230 Col Zaragoza	
Julia Mtz. Urbina	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	27 Hidalgo 101 H.de Nacozeni	
Marisa Mujica Sánchez	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	21 Rosales y Democracia 736	
Moctil M. Sampablo A.	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	21 Zacatecas 2582 FOVISSSTE	
José Hernández Pérez	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	22 L-2 Col. San Marcos	
Yudiel Hernández B.	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Victoria	Boluevar E Portes Gil S/N	
Bianca Imelda Argüello	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	22 Zacatecas y C. López de	61329
Rosa Ma. Arias Mata	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	27-28 Juarez 299, Vict. Col. Nacozeni	21465
José Luis Arrazolo V.	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	Calle Tampico 119 Col.	66352
Edna Laura Sánchez C.	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	15 Cerros Bravo y Alende 524	
Ma. Tereza Gzz. Medina	Estudiante	Inst. Tec. Cd. Vict. Tam.	26-27 Abasolo 1026	

I SIMPOSIO REGIONAL: AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACION
DE RECURSOS ABIOTICOS EN EL NORESTE DE MEXICO

DIRECTORIO

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
M.C. Isidro Valencia D.	Asuntos Generales	U. A. S. L. P.	H. De Nacozari 125 Tequis	39283
M.C. León R. Hdz. I.	Subg. de Unidad Jurídica	U. N. A. M.	Av. de los Maestros 572 SLP	51258
M.C. Camilo A. Moreno	Investigador	U. A. A. A. N.	Paseo de las Azalias 192 Saltillo Coah.	29995
M.C. Carlos A. Ortiz S.	Prof. Invest.	Colegio de Posgrados	Cohuanacox 21-1 Lomas de Cristo Texcoco Mex.	44701
M.C. Edmundo Torres R.	Investigador	U. A. A. A. N.	Zaragoza 818 N. Saltillo Coah	43100
M.C. Ernesto Navarro	Catedrático	U.A.T. ITSEM, Cd. Vict.	Canales 951 Burocratas	23807
M.C. Guillermo Ascencio	I. de Agroclimatol. y Agrícolas	Inst. Nac. de Inv. Forest.	Guadalupe Victoria 511 Gonzalez Tamps.	30179
M.C. Héctor de León G.	Investigador	Fac. C. de la Tierra UANL	Diaz Mirón 605 Pte. Linares	24984
M.C. Horacio Mata V.	Investigador	C.E.S.T.A.M., C.I.F.A.P., INIFAP	Pánuco Río Suchiate 106 Mante Tamps.	27065
M.C. Joel Gutiérrez L.	Secretario Técnico	Fac. de Agronomía UAT.	Tampico 349 Industrial, Victoria Tamps.	27065
M.C. José Hugo Silva	Profesor	Fac. de Agronomía	Cerro de Sn. Fco. 3205, Victoria, Tamps.	21738
M.C. Patrisio Rivera	Profesor de Carrera	Fac. de Agronomía UAT.	15 a. Prieto y C. Castillo 1425, Victoria Tamps.	25370
M.C. Pedro Almaguer S.	Investigador	Inst. de Ecol. y Alm.	Sierra Leona 302 Fracc. Villarreál, Victoria Tamps.	25370
M.C. Ramón Aguilar G.	Investigador	INIFAP	Morelos 3 A, Sn. José Iturb. Guanajuato, Gto.	27448
M.C. Sóstenes Varela	Profesor de Carrera	Fac. de Agronomía UAT.	Amapola 1534 Campestre, Victoria Tamps.	60794
M.C. Jorge Fernández V.	Director del CIDAFF	Fac. de Agronomía	Fresno 740 Dpto. 13 Las Flores, Victoria Tamps.	60794
M.C. Evaristo Landavazo	Aux. Investigador	Centro de Maq. Agric. UAT	Fco. de P Arreola 1025, Los Arcos Victoria Tamps.	60794
PhD. Salvador Muñoz C.	U.A.A.A.N. (NARRO)	NARRO	Buenavista, Saltillo Coah.	34259
PhD. José Villarreal	Investigador	CIFAP-TAM CERIB	Río Puificación 5a, Matamoros, Tamps.	34259
Dr. Cosme Pola Simuta	Geofísico	Fac. C. de la Tierra, UANL (Director)	A.P. 104, Linares N.L. 67700	67700
M.C. Juan J. Ramírez	Geofísico	Fac. C. de la Tierra	A.P. 104, Linares N.L. 67700	67700
Ing. Lamberto Zuñiga	I. de Agroclim.	I.N.I.F.A.P.	Gpe. Victoria 511 Gzz. Tamps.	62721
Ing. Laura E. Gzz. Rdz.	Investigador	I.E.A.	14 y 15 Sonora 322, Victoria	62721
Ing. Luis Acosta Gzz.	Jefe de Proyecto de Sist. de Agua Pot.	Comisión Nacional del Agua Ger. Reg. Norte	Palermo y Florencia 207, Torreón Coah.	17748
Ing. Luis Montelongo	Jefe área de Cóm.	S.F.A.	15 California y Sinaloa, Victoria Tamps.	17748
Ing. Luis M. Camacho		C.N.A.	19 Lázaro Cárdenas 120, Victoria Tamps.	17748

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
Ing. Manuel C. Duran	Jefe de Unidad	Comisión Nacional del Agua	Tamps. 704 FOVISSTE, Río Bravo Tamps.	43661
Ing. Manuel de la Garza	Inv. de la Red Adj.	INIFAP, Campo Exp. Las Adjuntas	14 Hidalgo y Juárez 150, Victoria Tamps.	24553
Ing. Marco A. Chapa M.	Jefe de Control	I.N.E.G.I.	Hnos. Vásquez Gómez 505, Victoria Tamps	22722
Ing. Minerva Olvera	Residente de Obra	Comisión Nacional del Agua	Doblado 16y17 742, Victoria	22722
Ing. Pablo Decado D.	Coordinador de Red de Observación	Comisión Nacional de Agua	Tampico Tamps.	134180
Ing. Patricia Larraga	Perito Agropecuario	SARH-COTECOCA	15 A. Prieto 1425, Victoria	29274
Ing. Pedro M. Hernández	Jefe Area Minería	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial	Frambollan A1 Las Flores, Victoria Tamps.	22551
Ing. Salvador Bortoni	Subdirector	Centro de Maq. Agr., UAT	Amapola 1221, Campestre, Victoria Tamps.	60596
Ing. Tomás Torres Z.	Presidente General	Inst. Politécnico Nac.	Frac. Santander 227, Victoria Tamps.	22495
Ing. Hugo C. Maldonado	Fomento Agropecuario		Tampico 409, Industrial, Victoria Tamps.	24723
Ing. G. Javier Gzz. V.	Jefe de Proyecto	S.F.A.	Doblado 17 y 18, Victoria	24723
Ing. G. José A. Mata G.	Coordinador de Téc.	C.N.A.	Jacarandas 351 FOVISSTE, Victoria Tamps.	37875
Ing. G. Luis A. Alegria	Enc. de Subunidad	Comisión Nacional del Agua	Roberto Cantoral 215, S.L.P.	20922
Ing. G. Sergio Treviño	Asesor	COAPA	Adelfos 1511, Campestre,	24723
Ing. Venancio de la Cruz	Geólogo	Inst. Politécnico Nac.	Av. 5 de Mayo 2612, Vict.	24723
Ing. M. Gerardo Cantú	Jefe del Control y Seguimiento	C.N.A.	Doblado 16 y 17 114, Victoria	24109
Arq. Javier Flores S.	Director General	Floraan Construcciones	5,6 Beriozabal y Anaya 1087, Victoria Tamps.	451038
Biol. Eduardo Villanueva	Jefe de Oficina	I.N.E.G.I., Mty.	Olmeca 167-2, Frac. La Fuente Monterrey N.L.	60058
Biol. María E. Medina		Instituto de Ecología	Dom. Conocido, Costepec Ver.	82949
Biol. Mario S. Pérez	Coordinador de Inv.	DGG. INEGI, Ags.	Ar. Cortinez 209, Ags.	26476
Biol. Martín A. Salazar		Inst. Tec. de Victoria	Camilo Manzo, 1045, Cd. Vict.	62721
Dr. Carlos Gutierrez	Secretario Acad.	Inst. Ecología y Alimentos	Bld. López Mateos 928, Vict.	177461
Dr. Emilio Flores	Jefe de Estudios Básicos	Comisión Nacional del Agua	Luján 188, Amp, Los Angeles, Torreón Coah.	65042
Dr. Juan M. Barbarin		Fac. C. de la Tierra, UANL (Ahora-Sabático en Inglaterra)	Resina 282, Edif. 2-212, Ganjas, México D.F.	22855
Dr. J. Eduardo Aguayo	Investigador	Inst. Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.	Edif. 106 Inf. Tamatan, Vict.	21507
Fis. Sóstenes Méndez	Físico	Fac. C. de la Tierra, UANL (Ahora M.C. en Ensenada)		62721
Ing. Alfonso Reyes C.	Enc. Jefatura U. de A. Subt.	Comisión Nacional del Agua		22855
Ing. Alfredo Franco M.	Asesor	S.F.A.	Fresno 740, Las Flores, Vict.	21507
Ing. Alfredo Ortiz	Gerente	Comisión Nacional del Agua	Encino 125, Las Flores, Vict.	62721
Ing. Alma García C.	Investigador	Inst. Ecol. Alimentos	Bld. López Mateos 928, Vict.	62721

NOMBRE	ESPECIALIDAD	INSTITUCION	DOMICILIO	TEL-FAX
Ing. Americo Cardona	Investigador	Inst. Ecol. Alimentos	4 Simón Bolívar 505 Col. Pedro Sosa, Vict. Tam.	28521
Ing. Andres Orozco R.	Residente	Comisión Nacional del Agua	Priv. Ferronales 719, Los Fresnos, Vict. Tam.	22495
Ing. Antulio Piña D.	Asesor Técnico	S.F.A.	Petunia 3-125 Campestre, Vict.	24723
Ing. Bulmaro Tinatero	Residente Gral. de Admon. del Agua	Comisión Nacional del Agua	1 Mayo, C-3M-7, Vict. Tam.	28604
Ing. Daniel Moreno C.	Jefe del S. Meteor.	Comisión Nacional del Agua	Montes de Villa Rica 240, Vict.	28573
Ing. Eleazar Gzz. V.	Jefe del Dpto.	Inf. C.N.A.	Begonia 3418 Campestre, Vict.	
Ing. Fabián Larraga A.	Coord. de Tec. Esp.	Fomento Agropecuario	5 y 6 Mutualismo 311, Vict.	24079
Ing. Federico Romero S.	Jefe Area de Control Técnico	C.N.A.	Calle 16 318, Vict. Tamps.	166347
Ing. Felipe C. Alvarez	Residente en Diseño	Comisión Nacional del Agua	Guadalajara 101, L. Aguirre Tampico Tamps.	135067
Ing. Gabriel Blanco R.	Jefe de Unidad Hidráulica	SARH	J. Ma. Iglesias 384, Vict.	27583
Ing. Hernan Rdz. De L.	Jefe de Programa	SARH	19 Democracia, Vict. Tamps.	63846
Ing. Humberto Salazar	Jefe de Depto.	Comisión Nacional del Agua	14 Sara P de Camargo 402, Vict.	22360
Ing. Jaime Cárdenas J.	Jefe de Depto.	C.N.A.	Morelos 222, Victoria Tamps.	
Ing. Jesus Diaz Ortiz	Residente Esp.	Comisión Nacional del Agua	Dr. Villanueva 1388, del Valle Vict. Tamps.	22495
Ing. Jorge A. Mtz de A.	Técnico Esp.	INEGI-Aguascalientes	G.G. Petroleos Mexicanos 225 Gremial, Aqs. Aqs.	53933
Ing. Jorge A. Zapata V.	Res. Gral. de Proy.	Comisión Nacional del Agua	Calle Septima 202 A, L. del	283870
Ing. Jorge L. Alvarez	Investigador	Centro de Maq. Agricola	Madero 454 Industrial, Vict.	20442
Ing. José L. Garcia S.	Jefe de Unidad	C.N.A.	Jacarandas 288 Dpto. 201, Victoria, Tamps.	63790
Ing. José L. Hinojoza	Investigador	I.E.A.	13 Bld. López Mateos 928,	62721
Ing. José M. de la G.	Jefe de Depto.	C.N.A.	22 y 23 Ocampo 632, Victoria	20987
Ing. José M. Ochoa S.	Residente de Obra	Comisión Nacional del Agua	Dionicio L. Zarata 390, Vict.	63142
Ing. José U. Mtz. M.	Coordinador de Téc.	C.N.A.	26 Matamoros 950, Victoria,	
Ing. J. H. Tomas Silva		Fac. de Agronomía, UAT		
Ing. Manuel de la Cruz	Investigador	I.E.A.	13 Bld. López Mateos 928, Vict	62721

Se terminó de Imprimir en el Departamento Editorial de la Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L. el mes de octubre de 1992 en la Ciudad de San Felipe de Linares, N. L. México.



U A N

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA Y ARCHIVO



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES