

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ZONIFICACION AGROCLIMATICA Y EDAFICA
DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS BAJO RIEGO
EN EL ESTADO DE NUEVO LEON

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTA

EDGAR VLADIMIR GUTIERREZ CASTORENA

MONTERREY, N.L.

JULIO DE 1992

040-3-1
FA1
1992
C. 5

T
S600
G8
C. 1



1080061438

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ZONIFICACION AGROCLIMATICA Y EDAFICA
DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS BAJO RIEGO
EN EL ESTADO DE NUEVO LEON

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTA

EDGAR VLADIMIR GUTIERREZ CASTORENA

MONTERREY, N.L.

JULIO DE 1992

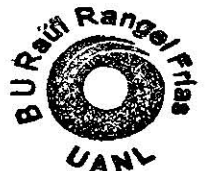
11102^m

T
5600
68

040.551
FA 1
1992
0.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. TESIS



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

AGRADECIMIENTOS

AL M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO.
Por su valiosa ayuda y acertada dirección en
la realización de este estudio.

A LA M.C. CARMEN GUTIERREZ CASTORENA,
Por la revisión del presente trabajo.

AL ING. AGR. ROBERTO C. DE LA ROSA
AL ING. AGR. BENJAMIN IBARRA, M.C.
Por su asesoría.

AL COLEGIO DE POSTGRADUADOS Y EN ESPECIAL
AL CENTRO DE EDAFOLOGIA.
Que me brindo el material necesario para
la realización de este trabajo.

A ROCIO M. DE LA GARZA HERNANDEZ
Por su ayuda incondicional y apoyo
moral.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS
GABRIEL, JUAN ANTONIO, LUCRECIA Y ELENA

DEDICO ESTA TESIS:

A MIS PADRES

SR. DANIEL GUTIERREZ ACOSTA

SRA. BELEN CASTORENA OLIVARES

Que con sacrificio, amor y buenos consejos, supieron alentarme para llegar a la culminación de mi carrera, brindando la mejor herencia que todo ser humano puede esperar.

A MIS HERMANOS:

Con todo cariño y aprecio por guiarme en el camino del saber.
Javier, Irma, Belén, Xochilt,
Elva, Daniel, Felipe, Elida,
Laura, Carmen, Claudio, Pablo,
Gallaguer.

INDICE

	Página
Indíce de cuadros.....	I
Indíce de Figuras.....	II
Indíce de cuadros (apéndice).....	III
Indíce de figuras (apéndice).....	IV
Capítulo I. Introducción.....	1
Capítulo II. Revisión de Literatura.....	3
2.1. Zonificación Agrícola.....	3
2.2. La temperatura como factor de distribución de las plantas.....	4
2.2.1. Temperaturas cardinales.....	5
2.3. Indices térmicos.....	7
2.4. Evaluación de los suelos con fines de zonificación agrícola.....	8
2.5. Inventario edáfico.....	10
2.6. Aptitud al riego.....	11
Capítulo III. Materiales y Métodos.....	12
3.1. El área de estudio.....	12
3.1.1. Localización del área de estudio.....	12
3.1.2. Fisografía.....	12
3.1.3. Suelos.....	12
3.1.4. Vegetación.....	13
3.1.5. Clima.....	15
3.1.6. Superficie agrícola en el Estado de N.L....	15
3.1.7. Principales Cultivos del área de riego.....	16
3.2. Metodología.....	16
Capítulo IV. Resultados y Discusiones.....	25
4.1. Principales cultivos en el Estado de N. L....	25
4.2. Generación de índices térmicos.....	25
4.3. Eficiencia térmica de cultivos individuales y de patrones de cultivo.....	29
4.3.1. Cultivos individuales.....	29
4.3.2. Eficiencia térmica potencial y condicionada para rotaciones.....	31
4.4. Relación de la eficiencia térmica -temperatura media anual.....	34
4.5. Clasificación de la aptitud edáfica en el Estado de N.L.....	46
4.5.1. Clasificación de las unidades de suelo.....	46
4.5.2. Clasificación de suelo por fase.....	46
4.5.3. Clasificación de las unidades de suelo para irrigación.....	48
4.5.4. Clasificación de suelos por grado de pendiente.....	48
4.6. Zonificación global de patrones de cultivos..	48
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.....	58
Capítulo VI. Resumen.....	59
Bibliografía.....	60
Apéndice.....	62

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1	Estaciones meteorológicas empleadas en la clasificación climática del Estado de Nuevo León.....	17
2	Clasificación de las unidades de suelo por cultivo (FAO, 1980).....	22
3	Clasificación de las unidades de suelo aptas para la irrigación.....	23
4	Generación de los índices térmicos para cebada, papa y soya.....	26
5	Procedimiento para generar los índices térmicos (IT) y estimar la eficiencia térmica potencial (ETp) de sorgo de cuatro meses, para la estación meteorológica de Cadereyta Nuevo León.....	27
6	Eficiencia térmica del cultivo de sorgo para las 15 estaciones meteorológicas.....	30
7	Estimación de la eficiencia térmica del patrón sorgo - trigo en la estación meteorológica de Cadereyta N.L.....	32
8	Relación de la eficiencia térmica del cultivo de sorgo con la temperatura media anual para las 15 estaciones de Nuevo León.....	35
9	Relación de la eficiencia térmica del cultivo de sorgo con la temperatura media anual y estimación de la eficiencia térmica en el Estado de Nuevo León.....	36
10	Relación de la eficiencia térmica del patrón sorgo - trigo con las temperaturas medias anuales de las 15 estaciones del Estado de Nuevo León.....	39
11	Análisis de regresión múltiple para el patrón de cultivo sorgo - trigo y estimación de la eficiencia térmica de acuerdo a las temperaturas medias anuales, en el Estado de Nuevo León.....	40

12	Análisis de la eficiencia térmica de los patrones de cultivos propuestos con la temperatura media anual de las estaciones del Estado de Nuevo León.....	42
13	Eficiencia térmica calculada a partir de las temperaturas medias anuales, por medio de ecuaciones de regresión para el Estado de Nuevo León.....	43
14	Criterios para clasificar áreas en base a su eficiencia térmica y aptitud edáfica.....	56
15	Resultados de la zonificación agroecológica del Estado de Nuevo León para la producción agrícola intensiva.....	57

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
1	Diagrama simplificado de la metodología de zonificación agroecológica de cultivos bajo condiciones de secano (Ortiz, 1986).....	9
2	Ubicación del Estado de Nuevo León.....	13
3	Diagrama simplificado del procedimiento de zonificación agroclimática y edáfica bajo condiciones de riego en el Estado de Nuevo León.....	24
4	Procedimiento gráfico para calificar las temperaturas máximas y mínimas (Ortiz, 1986).....	28
5	Patrones de cultivos propuestos para el Estado de Nuevo León.....	33
6	Clasificación climática del Estado de Nuevo León en la producción de sorgo: (A2) marginalmente apta.....	37
7	Clasificación climática del patrón sorgo - trigo en el Estado de Nuevo León: (A1) muy apta, (A2) marginalmente apta.....	41
8	Mapa del Estado de Nuevo León con la clasificación climática para los patrones propuestos.....	45
9	Plano de clasificación de las unidades de suelo...	47
10	Plano de clasificación de suelos por fase.....	49
11	Plano de clasificación de las unidades de suelo aptas para la irrigación.....	50
12	Plano de clasificación por topoformas.....	51
13	Plano de zonas aptas (1 ^{er} aproximación).....	52
14	Plano de Vertisoles en el Estado de Nuevo León....	53
15	Plano de zonas aptas (Final).....	55

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

CUADRO No.		PAGINA
1A	Temperaturas óptimas de adaptación para los diferentes cultivos con su oscilación y duración del ciclo vegetativo propuesto por Doorenbos y Kassam (1979).....	63
2A	Clasificaciones e intervalos de temperatura asignada por Neild y Boshell (1976) para el cultivo de piña en Colombia.....	64
3A	Generación de los índices térmicos para los cultivos de sorgo, maíz, trigo y frijol por el método de Neild y Boshell (1976), realizado por García (1988).....	65
4A	Eficiencia térmica potencial y fecha de siembra en las 15 estaciones meteorológicas para los cultivos en estudio.....	66
5A	Análisis de la eficiencia térmica de los cultivos de maíz, trigo, cabada, papa y soya con la temperatura media anual del Estado de N.L.....	70
6A	Eficiencia térmica calculada a partir de las temperaturas medias anuales mediante ecuaciones estadísticas y la zonificación del Estado por medio de la eficiencia térmica.....	71

INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE

FIGURAS No.		PAGINA
1A	Meses más propicios para la siembra de los cultivos individuales así como sus rotaciones en el Estado de Nuevo León.....	73
2A	Clasificación climática de cultivos individuales en el Estado de Nuevo León.....	77

I. INTRODUCCION

Después de la Revolución Mexicana fué creado el ejido con el objetivo de descentralizar al campo mexicano de los terratenientes. A más de medio siglo de su creación el agromexicano se transformó en minifundios, haciendo incosteable sembrar la mayoría de los cultivos e imposible de modernizar a más del 90 % de los ejidos que viven de una economía de autoconsumo.

La modificaciones recientes al artículo 27 constitucional, a iniciativa presidencial, admite oficialmente que el reparto agrario establecido hace más de 50 años se justificó en su época, llevando en su momento justicia al campo; pero debido a las nuevas necesidades agrarias el continuar por este camino ya no significa prosperidad (Pazos, 1992).

La modernización del agromexicano, ya no era posible ni redituable, se necesitaba la realización de fuertes inversiones de capital provenientes de otras fuentes y no exclusivamente del gobierno, surgiendo la necesidad de realizar reformas agrarias, dando concesiones a la iniciativa privada, pero asegurando la no consolidación de grandes latifundios en un futuro.

Estas reformas permitirán la participación de las sociedades civiles y mercantiles en el campo, ajustándose a los límites de la pequeña propiedad agrícola como forestal, a su vez, culminado el reparto agrario para rebatir al minifundio e eliminar personal inecesario, resolviendo así las controversias agrarias únicamente bajo tribunales agrarios. (Pazos, 1992).

Por otra parte se fortalece la capacidad de decisión de los ejidos y comunidades, garantizando su libertad de asociación y derechos sobre su parcela, estableciendo los procedimientos para darle uso (Pazos, 1992))

Un ejemplo de éstas reformas es el proyecto vaquerías, donde la iniciativa privada participa en la modernización, tecnificación y comercialización de productos y los ejidatarios unen conjuntamente sus parcelas haciendo una extensión mayor a 4,000 hectáreas dedicadas a la agricultura, acabando con la economía de autoconsumo que predominó por mucho tiempo en el campo mexicano.

Con la alianza del sector privado y ejidatarios se espera que el campo se fortalezca, manteniendo la productividad y conservación de los recursos naturales para las futuras generaciones.

Para lograr lo anterior se requiere desarrollar metodologías que permitan localizar las mejores áreas tanto climáticas como edáficas para la producción intensiva de ciertos cultivos que sean de interés tanto para los ejidatarios como a la iniciativa privada.

El presente estudio es un primer intento metodológico con ese fin y en él se plantean los siguientes objetivos:

- a) Evaluar las condiciones climáticas y edáficas de las principales rotaciones de cultivo bajo condiciones de riego en el Estado de Nuevo León.
- b) Definir áreas potenciales para la producción agrícola intensiva en el Estado de Nuevo León.

Para realizar este trabajo se parte de los supuestos que el factor agua, fertilización, otros insumos químicos, mecanización y requerimientos socioeconómicos no son limitantes.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Zonificación Agrícola

A pesar de los esfuerzos que la tecnología ha realizado para elevar las respuestas productivas de los cultivos a la aplicación de insumos es inegable que las fluctuaciones en menor o mayor grado de los distintos elementos que conforman el entorno ambiental de las plantas son parte fundamental de la problemática agrícola (Tarin,1987).

Ante esto es evidente la importancia que representa, para una correcta planeación agrícola el delimitar zonas en base a las diferencias ambientales existentes en una región y dentro de las cuales los cultivos responden a un mismo patrón de comportamiento (Tarin,1987).

Por otra parte Ortíz (1984), menciona que al clasificar una zona únicamente en relación al clima no es suficiente debido a que puede suceder que el suelo en donde se desarrollará el cultivo no sea el adecuado, ya sea por sus características físicas y/o químicas o por problemas de salinidad o mal drenaje.

Dentro de los aspectos más relevantes para llevar a cabo una planificación agrícola, se necesita establecer las zonas más propicias para la agricultura, es decir, una zonificación agrícola (Romo,1985)

La meteorología agrícola se convierte, en una herramienta para el planificador, pues dentro de sus múltiples aplicaciones se encuentra precisamente la detección de las zonas más aptas para el establecimiento de nuevos cultivos o la expansión de los ya existentes (Romo y Arteaga,1983; citados por Romo,1985).

El establecer con certeza las áreas geográficas donde prosperen con mayor éxito los cultivos no es un problema aislado que dependa sólo del clima o del suelo, sino que se conjugan múltiples factores, entre los que destacan por su importancia, los factores, de cultivo, agrotécnicos y socioeconómicos (Seeman et al 1979, citados por Romo,1985).

Romo(1985), menciona que la zonificación deductiva parte de la hipótesis fundamental de que los cultivos darán la misma respuesta en cualquier área con climas y suelos similares y consiste en caracterizar los cultivos por su tipo agroclimático y edáfico, para su posterior ubicación en los espacios geográficos que mejor cubran sus requerimientos de clima y suelo.

La zonificación inductiva o también llamada cuantitativa, consiste en obtener una función de producción en áreas más o menos restringidas (con base a datos estadísticos o a experimentos), pero con un espectro de variación suficiente y extrapolar geográficamente dicha función hacia áreas mucho más extensas, cuantificando el incremento o abatimiento del rendimiento, casi siempre relativo. Es decir se procede de lo particular a lo general (García,1979).

Las zonificaciones agroclimáticas (análisis del complejo clima-cultivo), al conjugarlas con las cartas edafológicas genera una caracterización agroecológica (clima-suelo-cultivo), y si se complementa con estudios tecnológicos (factores agrotécnicos), se puede lograr una zonificación agrícola integral, que es el tipo de zonificación ideal, (Romo,1985).

Mientras tanto las zonas de riego se han considerado tradicionalmente como homogéneas para la producción de cultivos debido a que la variable agua es controlada. Sin embargo, existen otros factores climáticos, edáficos y socioeconómicos que deben tomarse en cuenta en la clasificación de áreas para la producción intensiva de cultivos determinados (Ortíz,1986).

2.2. La Temperatura como factor de distribución de las plantas.

La temperatura tiene gran importancia en el desarrollo de las plantas así como en su distribución geográfica (Azzi,1959).

Graham y Petterson (1982), citados por García (1988), consideran que la temperatura es uno de los principales limitantes ambientales que gobiernan la distribución de las plantas silvestres y cultivadas.

Salisbury y Ross (1978) citados por Corral (1985), señalan que aunque la productividad de los ecosistemas del mundo está limitada principalmente por agua, las temperaturas bajas y altas son quizá más importantes para la distribución de las plantas.

En condiciones de temporal, la temperatura a recibido más atención como responsable de la distribución y adaptación de las plantas, que como factor de predicción del rendimiento, (Corral, 1985; Ortíz, 1987; García,1988), mientras que la producción de las mismas esta limitada principalmente por el agua.

Torres (1984), citado por García (1988), considera conveniente conocer además de los valores medios de la temperatura de una zona agrícola, las temperaturas máximas y mínimas, las oscilaciones diurnas y anuales, las cuales actúan marcadamente sobre las plantas constituyendo factores limitantes de la extensión geográfica de los cultivos.

2.2.1. Temperaturas cardinales

Chang Jen-Hu (1968) y Ortiz (1987) citados por García (1988), señalan que cada especie vegetal tiene ciertas temperaturas críticas (algunas veces llamadas temperaturas cardinales) que determinan los requerimientos de calor necesario para su crecimiento y desarrollo. Estas temperaturas generalmente incluyen los valores mínimos (la temperatura más baja la cual la planta crece), los valores óptimos (la temperatura a la cual el crecimiento y desarrollo son más grandes) y los valores máximos (la temperatura más alta a la cual la planta crece).

Ortiz (1987), añade que las temperaturas más bajas que la temperatura cardinal mínima y más alta que las cardinales máximas, provoca la muerte de las plantas y son llamadas temperaturas letales.

Las dificultades en la determinación del intervalo de temperatura óptima para un cultivo determinado, es que cada etapa de desarrollo frecuentemente tiene requerimientos propios de temperatura que son únicos; por ejemplo, las necesidades térmicas para la germinación de las semillas generalmente son más bajas que para el desarrollo vegetativo, cuyo valor puede ser diferente al de floración y fructificación. Añade que para algunas especies las temperaturas nocturnas pueden ser más importantes que las diurnas, (Ortiz, 1989)

Doorenbos y Kassam (1979), proponen intervalos de temperaturas de adaptación para todo el ciclo del sorgo, maíz, trigo, cebada, papa, frijol, soya entre otros cultivos, como se muestra en el cuadro 1A del apéndice.

Temperaturas cardinales para sorgo

Livera y Carballo (1987) y Corral (1985), citados por García (1988), mencionan que la temperatura es un factor de primer orden en la determinación de áreas de adaptación de sorgo por ser éste de origen tropical. Establecen que dicho cultivo necesita para

germinar, temperaturas mínimas de 8° a 10 °C. Lo anterior concuerda aproximadamente con lo reportado por Wilsie (1966) citado por Ortíz (1987), quien consigna que las temperaturas cardinales para la germinación de sorgo son de 7.8° a 10°C la mínima; 31.7° a 35°C la óptima y 40°C la máxima.

Chang Jen-Hu (1968) citado por García (1988), señala que las temperaturas cardinales de los cultivos típicos de la estación caliente, entre los que incluyen el sorgo, requieren valores mínimos de 15° a 18°C, valores óptimos de 31° a 37°C y valores máximos de 44° a 50°C. Livera y Carballo (1978) y Corral (1985) citados por García (1988), consideran temperaturas de 27° a 32°C para el buen desarrollo del sorgo. Los valores anteriores son similares a los reportados como óptimos para el mismo cultivo por Doorenbos y Kassam (1979).

Temperaturas cardinales para maíz.

Ortíz (1978), al referirse a la relación que existe entre la temperatura y las fechas de siembra en los climas templados, señala que la temperatura media diaria durante el tiempo de siembra del maíz es de 12.8° a 13.9°C.

El mismo autor citando a Wilsie (1966), consigna las temperaturas cardinales para la germinación del maíz, las cuales son de 7.8° a 10°C la mínima, 31.7° a 35°C la óptima y 40°C la máxima.

Rahn (1939) citado por Ortíz (1987) y por García (1988), establecen que las temperaturas cardinales durante el período vegetativo del maíz son de 10°C para la mínima, 29° a 32°C de óptima y 43° a 46°C de máxima. La temperatura óptima para el desarrollo del maíz propuesta por Doorenbos y Kassam (1979), concuerda en general con las señaladas por los autores mencionados anteriormente.

Temperaturas cardinales para trigo, cebada, papa.

Wilsie (1966) citado por Ortíz (1986) y por García (1988), señala que las temperaturas cardinales para la germinación de las semillas de trigo son de 3.9° a 4.4°C la mínima, 25°C la óptima y 30° a 32.2°C la máxima.

Chang Jen-Hu (1968), citado por Gracia (1988), menciona que para los cultivos típicos de la estación fría, tales como la avena, centeno, trigo y cebada sus temperaturas cardinales son relativamente bajas, como valores mínimos de 0° a 5°C, valores óptimos de 25° a 31°C y máximos de 31° a 37°C; dichos valores no concuerdan con los valores propuestos para trigo y papa por Doorenbos y Kassam (1979).

Temperaturas cardinales para la soya.

Doorenbos y Kassam (1979), mencionan que la temperatura óptima para el cultivo de la soya es de 20° a 25°C presentando una oscilación de 18° a 30°C.

Es importante hacer notar, que para la soya el factor climático más limitante es el fotoperíodo, necesitando en México fotoperíodos largos en las primeras etapas de su desarrollo y foroperíodos cortos en la últimas etapas de su ciclo (Ascencio, 1975).

2.3. Indices térmicos.

Tradicionalmente la temperatura se ha manejado usando valores promedios, que son de utilidad limitada (Waggoneer, 1968; Primault, 1977; Mendoza, 1981; Villalpando, 1985; Ortíz, 1987, citados por Gracia, 1988). Sin embargo en estudios agroclimáticos para que el uso de la temperatura tenga significado sobre el desarrollo de los cultivos debe expresarse en forma de índices.

Villalpando (1985), citado por García (1988), describe algunos índices estimados a partir de datos de temperatura ambiental.

- a) Unidades térmicas de crecimiento, también llamadas unidades calor, mediante las cuales es posible predecir etapas fenológicas de los cultivos.
- b) Unidad frío índice para calcular los requerimientos de frío de las especies frutales de tipo caducifolio.
- c) Período libre de heladas para los cultivos.
- d) Oscilaciones térmicas; para estimar el efecto de las altas temperaturas en los cultivos susceptibles.

Neild y Boshell (1976) citados por Ortíz (1987), desarrollaron un procedimiento para evaluar la temperatura y la precipitación en relación a la aptitud para la producción de piña en Colombia. En la generación del índice térmico consideraron como valores óptimos para todo el ciclo, las temperaturas máximas de 30°C y mínimas de 20 °C. Calificando las temperaturas máximas y mínimas mensuales en una escala de 0 a 5 y sumaron las calificaciones de tal manera que la máxima calificación mensual resultara de 10 y por lo tanto, la máxima calificación para todo el año de 120. Los intervalos de temperatura, así como la calificación asignada se muestra en el cuadro 2A del apéndice.

Romo (1985), utiliza un procedimiento semejante al de Neild y Boshell para evaluar la temperatura de cinco oleaginosas, la diferencia con tal procedimiento, radica en los intervalos de la temperatura máxima y mínima que tienen una amplitud constante de 1°C y las calificaciones asignadas son de 0 a 5 sin omitir ningún número.

Ortíz (1986), apoyándose en los trabajos de Neild y Boshell (1976) y Romo (1985), sugiere la generación de índices térmicos para cultivos anuales a partir de información de temperaturas de adaptación tal como lo realiza Romo, pero respetando los intervalos y las calificaciones propuestas por Neild y Boshell, una vez calificada la temperatura mensual propone la aplicación del concepto de eficiencia térmica (ET), el cual permite ubicar el período de mayor eficiencia térmica durante el año.

2.4. Evaluación de los suelos con fines de zonificación agrícola.

En el método de zonas agroecológicas de FAO (1978, 1981), el cual se aplica bajo condiciones de secano; y en la figura 1 se muestra un diagrama simplificado de dicha metodología, se clasifican a las unidades de suelo (sistema FAO/UNESCO) de acuerdo a su aptitud para la producción de cultivos, dichas clasificaciones se modifican por fases, clases de texturas y clases de pendientes. Este método se ha aplicado a las condiciones de México por Ortíz (1981, 1987) y por Ortíz, Pájaro y Ojeda (1987).

La FAO (1981) para estimar el potencial de producción agrícola a nivel mundial, considera dos tipos de utilización de la tierra, denominados como inversión baja e inversión alta de capital, caracterizados de acuerdo a los siguientes atributos: producto y patrón de cultivo, propósito de producción, intensidad de capital, intensidad de labor, fuente de potencia, tecnología empleada, requerimiento de infraestructura, número y tamaño de parcela y nivel de ingresos (García, 1988). En general el nivel alto, representa a una agricultura comercial altamente mecanizada

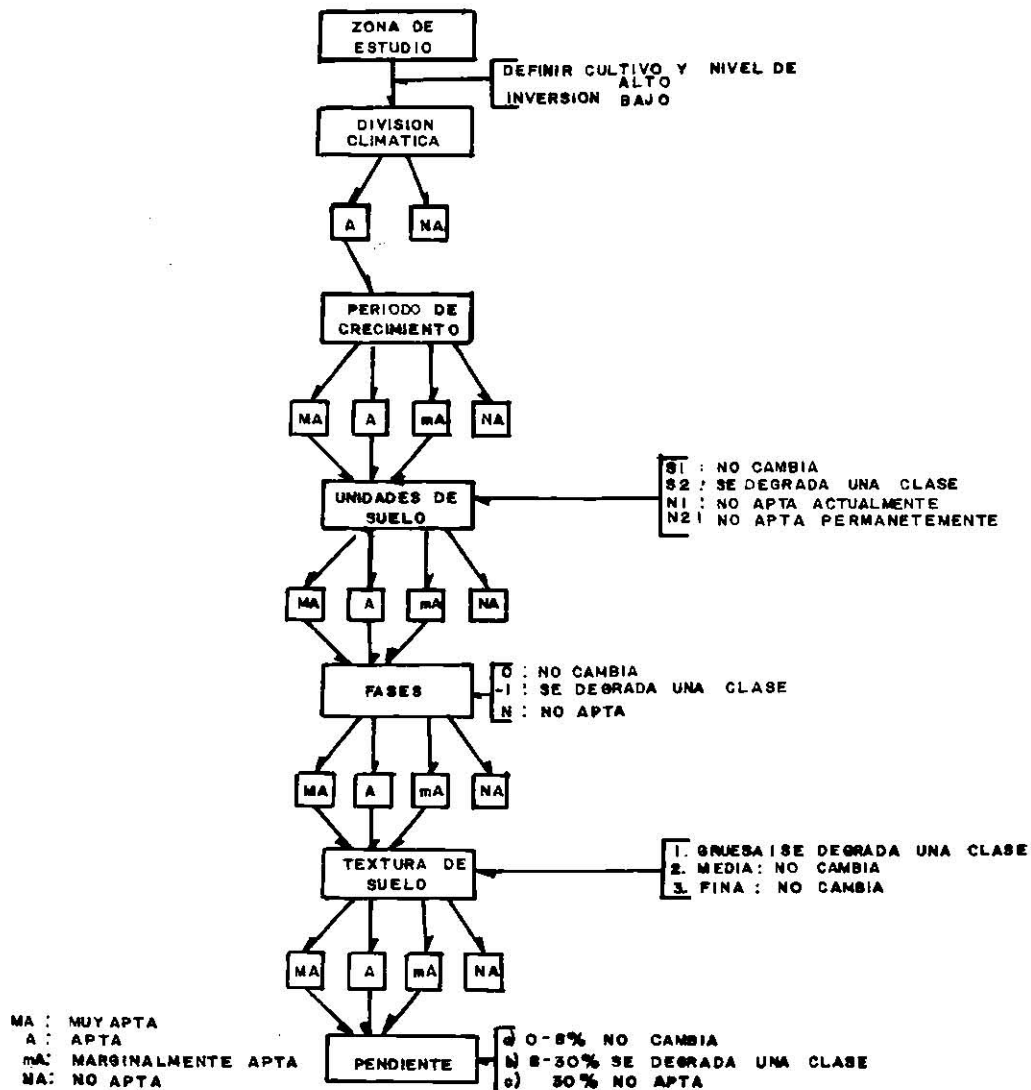


FIG.1. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA METODOLOGIA DE ZONIFICACION AGROECOLOGICA DE CULTIVOS BAJO CONDICIONES DE SECANO (ORTIZ, 1986)

y el nivel de inversión baja, a una agricultura de autoconsumo con herramientas manuales.

2.5. Inventario edáfico.

El estudio de los suelos según su aptitud para la producción de cultivos específicos se basa en un inventario edáfico, es decir en un mapa de suelos, de acuerdo al sistema de clasificación FAO/UNESCO que incluye a las unidades y subunidades, fases cartográficas, clase texturales y por grado de pendiente.

La evaluación del suelo se basa en la concordancia entre las condiciones de cada unidad de suelo y las exigencias edáficas de cada cultivo con un nivel de insumo específico.

Las fases son subdivisiones de las unidades de suelo, de acuerdo a características que son significativas desde el punto de vista del uso o aprovechamiento del suelo, pero que no son de diagnóstico para la separación de las propias unidades.

Las clases de textura son de tres tipos gruesas, medias y finas, dependiendo de las cantidades de arcilla, limo o arena que se encuentren en ellas. Las más arenosas son las gruesas y las más arillosas son las finas.

Las clases de pendiente se refieren al grado de inclinación que predomina en una zona que comprende una asociación de suelos, la pendiente es una característica integrante de la superficie del terreno que tienen influencia sobre el drenaje, escorrentía, erosión y exposición (Gracia, 1988).

Modificación por unidades de suelo.

La FAO considera tres clases básicas de aptitud del suelo para cada cultivo y nivel de inversión: S1, S2 y N; se clasifica como S1 a los suelos que no presentan restricciones, o son muy ligeras para la producción de cultivos; S2 cuando se considera que las limitaciones edáficas afectarían normalmente la producción del cultivo pero no lo suficiente para considerarlos no aptos y N significa que las restricciones edáficas son tan graves que la producción del cultivo no es económicamente redituable.

Modificaciones por fase.

La clasificación de las unidades de suelo se modifica por fase, se clasifica como S1 cuando no hay restricciones; S2 cuando existen limitantes y N cuando no es apta para la producción del cultivo.

Modificaciones por textura.

La FAO considera como limitantes para la producción de cultivos a las texturas arenosas para ciertos cultivos.

Modificaciones por grado de pendiente.

En la metodología original se consideran tres clases de pendiente S1, sin limitaciones de 0 a 8 %, S2 con limitaciones de 8 a 30 %, N, no apta con más del 30 %

Ojeda en (1987), señala que en México no existen planos de pendientes, proponen como alternativa usar el mapa fisiográfico del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

2.6. Aptitud al Riego.

La FAO en 1980 menciona que las características viables para la aplicación del riego a los suelos, está condicionada por la topografía, drenaje, textura, superficie y subsuelos pedregosos, carbonatos de calcio, estratos de yeso y por condiciones de salinidad y alcalinidad. Generando tablas de aptitud para cada unidad y subunidad de suelos.

La FAO (1980), establece además que los Vertisoles tienen una aptitud limitada al riego por su textura, ya que presentan una baja permeabilidad y en algunas ocasiones pueden llegar a ser considerados como no aptos.

Ortíz (1990), partiendo de los mapas elaborados por el Instituto Nacional de Geografía e Informática (1980) estima la superficie de los suelos agrícolas de riego en México y concluye que los Vertisoles son los suelos dominantes cubriendo en un 38 % de su área y en un 33 % está integrada por suelos de zonas áridas (Xerosoles y Yermosoles).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. El Area de estudio.

3.1.1. Localización del área de estudio

El Estado de Nuevo León está ubicado entre los $98^{\circ}26'24''$ y $101^{\circ}13'55''$ longitud oeste y los $23^{\circ}10'27''$ y $27^{\circ}46'06''$ de latitud norte (figura 2), de acuerdo con su situación geográfica, el Estado queda comprendido dentro de la zona árida mundial (zona de latitud 20° - 40° norte sur) SAG (1976).

El Estado comprende una superficie de 6'455,500 hectáreas que representan el 3.28 % del territorio nacional, la cual se divide en 51 municipios. Se encuentra limitada al norte con los Estados de Coahuila, Tamaulipas y los Estados Unidos de Norteamérica; al sur con los Estado de Tamaulipas y San Luis Potosí; al este con el Estado de Tamaulipas y al oeste con los Estados de Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí SAG (1976).

3.1.2. Fisiografía.

El Estado engloba porciones importantes de tres de las grandes regiones naturales o provincias fisiográficas del país: a) La Sierra Madre Oriental, que domina todo el panorama occidental y meridional del Estado y cuyas sierras alargadas de calizas, alternándose con valles amplios y bolsones, o elevándose como gran cordillera de cumbres muy abruptas, separan al Estado en sentido noreste-sureste; b) La Gran Llanura de Norteamérica que comienza en Nuevo León y se extiende por toda la parte de los Estados Unidos de Norteamérica hasta Canadá. Esta provincia se caracteriza, por abundantes lomeríos suaves; y c) La Llanura Costera del Golfo Norte, que abarca las tierras más bajas de Nuevo León, INEGI (1986).

3.1.3. Suelo.

Dentro de la Gran Llanura de Norteamérica, predominan los suelos de colores claros clasificados como Xerosoles lúvicos, cálcicos y háplicos, éstos suelos se encuentran en todos los sistemas de topoformas, pero sobre todo en la gran llanura aluvial en lomeríos y en lomeríos suaves convinados con llanura. Otros suelos presentes pero poco desarrollados son los Regosoles

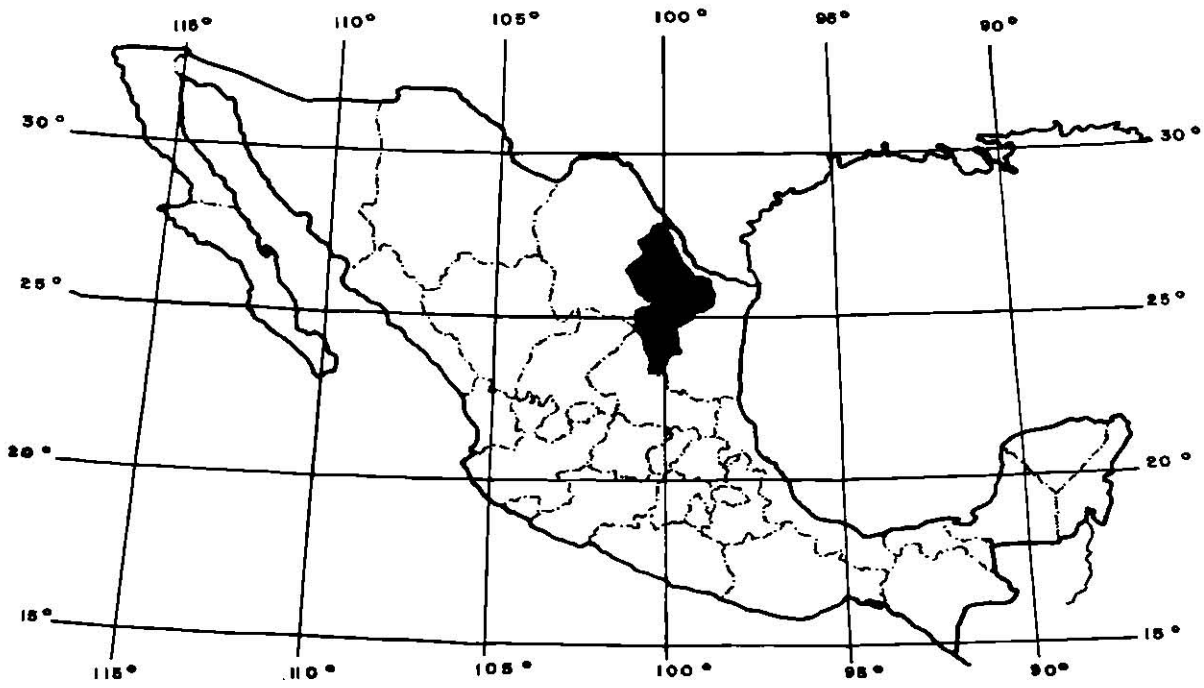


FIG 2. UBICACION DEL ESTADO DE NUEVO LEON.

de tipo calcárico y éutrico que se localizan principalmente en lomeríos, en llanuras de piso rocoso y en sierras bajas, asociados con Litosoles, Rendzinas y Xerosoles. En tercer lugar se encuentran los Vertisoles crómicos y pélicos, generalmente limitados por una fase salina o sódica y de textura arcillosa, que se encuentra en cualquier sistema de topoformas pero en particular sobre las llanuras y valles.

Los suelos que predominan en la Gran Llanura Costera del Golfo Norte son los Vertisoles, que son profundos, arcillosos y de color oscuro. Sin embargo, la diversidad de asociaciones que se encuentran, hace necesario destacar la presencia de otro tipo de suelos, que adquiere importancia en los diversos sistemas de topoformas. Así en los alrededores de la sierra de las Mitras se presentan Rendzinas con Litosoles, suelos someros limitados por caliche. Otras asociaciones son los Regosoles que se encuentran en pequeños lomeríos cercanos a Linares. En los lomeríos suaves con llanuras se encuentran las Rendzinas y Xerosoles háplicos, cálcicos y lúvicos, profundos y de color claro.

Dentro de la región fisiográfica de la Sierra Madre Oriental se encuentran sierras complejas formadas en su mayoría por Litosoles que son suelos de origen residual, poco desarrollados y muy someros, asociados con Xerosoles háplicos y cálcicos. Los lomeríos presentan Xerosoles, Regosoles y Yermosoles, poco profundos y en las bajadas se encuentran presentes las Rendzinas y los Solonchaks, esta región fisiográfica comprende parte de la zona centro y sur del Estado.

3.1.4. Vegetación.

En la Gran Llanura de Norteamérica se presentan los matorrales espinosos tamaulipecos y el mezquital, son los dos tipos de vegetación más característicos. Se encuentran en forma alternada sobre suelos del tipo Vertisol y Xerosol, en todo los sistemas de topoformas con excepción de la meseta, que ocupa una zona muy reducida al noreste del Estado. El primero se encuentra distribuido entre los 80 y 340 m.s.n.m. y tiene una fisionomía de matorral espinoso, aunque en las sierras bajas se presenta el matorral subinermé. La presencia de grandes manchones de cenizo, en algunas áreas, indica un alto grado de perturbación en el matorral.

El mezquital se localiza desde los 75 hasta los 400 m.s.n.m. Dentro de los diversos sistemas de topoformas se encuentra el matorral espinoso tamaulipeco, mezquital, matorral submontano desértico micrófilo, vegetación halófito, pastizal natural e inducido y selva baja subcaducifolia.

En la provincia de la Gran Llanura Costera del Golfo Norte, en las sierras bajas se presentan los matorrales submontano y el matorral espinoso tamaulipeco. Los bosques de encino, encino-pino y pino, además de matorral submontano y chaparral se presentan en los lomerios suaves con bajadas y en los lomerios suaves con llanura, se encuentran las selvas bajas subcaducifolias, selvas bajas caducifolias espinosas, el matorral submontano y espinoso tamaulipeco, bosque de encino, pastizal inducido y cultivado.

En la provincia de la Sierra Madre Oriental se encuentra el matorral desértico micrófilo y el rosetófilo. En la subprovincia de la Llanura Occidental se encuentran los pastizales naturales, el matorral submontado, los bosques de pino, chaparral y vegetación halófila, y en la subprovincia de la Gran Sierra plegada se presentan los bosques de pino, encino, de encino-pino, matorral de coníferas, vegetación halófila, pastizales naturales e inducidos.

3.1.5. Clima.

En Nuevo León predominan los climas semisecos extremosos. La precipitación pluvial es en general escasa, aunque cuenta con regiones que registran lluvias anuales mayores a 800 mm. La media general anual del Estado oscila entre los 300 y 600 mm INEGI (1986).

Los climas secos y semisecos se distribuyen principalmente en la región de la Gran Llanura de Norteamérica y en la región suroriental, separada de la primera por las alturas de la Sierra Madre Oriental, INEGI (1986).

En áreas menores de la región de la sierra, en la zona del centro y sur de la entidad y en gran parte de la cuenca del Río San Juan se registran los climas semicálidos, templados y semifríos.

3.1.6. Superficie agrícola en el Estado de Nuevo León.

La superficie del territorio nacional dedicada a la agricultura es de 20.3 millones de hectáreas, de las cuales 17 millones son de temporal y 3.3 millones son de riego. El Estado de Nuevo León cuenta con una superficie agrícola de 470,939 hectáreas de las cuales 123,238 hectáreas son de riego y 347,939 hectáreas de temporal; la superficie dedicada a la ganadería es de 3'932,561 de hectáreas. La ganadería, la agricultura y la industria son las principales ramas de producción en el Estado.

3.1.7. Principales cultivos del área de riego.

Los principales cultivos en el área de riego del Estado de Nuevo León son: sorgo cosechado en promedio del 66 % del área bajo riego; maíz en el 39 %; frijol en el 25%; trigo en el 70 %; papa con 2.11 % y cebada con 3.37 % hectáreas y los cítricos ocupan el (66 %) del área de riego. La suma de los porcentajes no da el 100 % debido principalmente a que en los terrenos se utilizan en algunas ocasiones dos cultivos.

En las zonas de riego se hace un uso más intensivo de la tierra comparadas con las de temporal. En las zonas de riego del Estado de Nuevo León en gran parte de la superficie se realizan dos ciclos de cultivo por año.

3.2. METODOLOGIA.

La metodología empleada en la realización del presente estudio se resume en los siguientes puntos.

1). Obtención de la información básica.

La información básica requerida en el presente estudio, consiste de la información climática de 15 estaciones obtenidas de las normales climatológicas (1975) véase el cuadro 1, y las cartas edafológicas y fisiográficas a escala 1:1'000,000 publicadas por INEGI (1980).

2). Cálculo de la eficiencia térmica de cultivos.

El cálculo de la eficiencia térmica se basa en el procedimiento propuesto por Ortíz (1986), apoyado en el trabajo de Doorenbos y Kassam, se obtienen las temperaturas máximas y mínimas óptimas para todo el ciclo de los cultivos de interés como lo propuso Romo en (1985); con los lineamientos del trabajo de Neild y Boshell se generan tablas de calificaciones de temperatura para los cultivos; Las calificaciones de las temperaturas mensuales, máximas y mínimas por adición generan un índice térmico el cual se transforma en una eficiencia térmica a través de la fórmula siguiente:

Suma de calificaciones de los índices térmicos
mensuales más favorables.

ET(cultivo) = $\frac{\text{Suma de calificaciones de los índices térmicos mensuales más favorables}}{\text{10 (ciclo de cultivo en meses)}}$

10 (ciclo de cultivo en meses)

Cuadro 1. Estaciones meteorológicas empleadas en la clasificación climática del Estado de Nuevo León.

Estaciones	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud m. s. n. m.
Cadereyta	Cadereyta	25° 36'	100° 00'	349
Dr. Arroyo	Dr. Arroyo	23° 39'	100° 11'	1756
El Cuchillo	China	25° 44'	99° 15'	131
Galeana	Galeana	24° 49'	100° 04'	1654
Las Enramadas	Los Ramones	25° 31'	99° 31'	223
Lampazos	Lampazos	27° 02'	100° 31'	340
Linares	Linares	24° 52'	99° 34'	684
Los Herrera	Los Herrera	25° 54'	99° 25'	143
Mier y Noriega	Mier y Noriega	23° 25'	100° 07'	1681
Montemorelos	Montemorelos	25° 12'	99° 50'	309
Rayones	Rayones	25° 01'	100° 05'	432
Vallecillos	Vallecillos	26° 40'	100° 00'	
Salinillas	Anahuac	27° 27'	100° 07'	226
Sta. Catarina	Sta. Catarina	25° 41'	100° 28'	113
Topo Chico	Monterrey	25° 28'	100° 25'	523

Los meses de la suma de calificaciones térmicas deben ser equivalentes al ciclo del cultivo en cuestión. El número 10 corresponde a la calificación del índice térmico mensual más alta posible.

Para el caso de cultivos susceptibles a heladas, el período óptimo para el cultivo se restringe a los meses libres de éstas; se considera un mes con heladas aquel con la probabilidad de tener cuando menos un día con dicho evento.

Por lo tanto de acuerdo al procedimiento anterior, se generan índices térmicos para calificar las temperaturas máximas y mínimas de cada mes para el Estado de Nuevo León en la producción de sorgo, maíz, trigo, frijol (ver cuadro 3A del apéndice).

3. Eficiencia térmica potencial y condicionada.

Inicialmente, la ET para los cultivos en estudio se calculó calificándolos individualmente en todo el año para seleccionar los meses más apropiados, sin embargo, dado que en la superficie de riego se realizan al menos dos cosechas por año, fué necesario considerar rotaciones al menos de dos cultivos (patrón de cultivos) y ver el efecto de la ET del primer cultivo sobre el siguiente, para ello, se utilizaron los conceptos de "eficiencia térmica potencial"(ETpot.) y "eficiencia térmica condicionada" (ETc.). Dichos conceptos en esencia son los mismos; la diferencia radica en que la ET debe ajustarse a una determinada secuencia en el tiempo dictada por el propio patrón de cultivos.

4. Relación de la Eficiencia Térmica con la Temperatura Media Anual.

Con el fin de generar mapas de ET de cultivos individuales y de rotaciones, se procedió a obtener modelos de regresión que relacionaran a la ET con la temperatura media anual. Debido a que la temperatura media anual cuenta con una representación cartográfica en el plano de isotermas. Inicialmente, se relaciona la ET (variable dependiente) con la temperatura media anual (variable independiente) por medio de una regresión múltiple con ordenada al origen y posteriormente sin ordenada al origen, con el mejor modelo se estimaron los valores de las eficiencias térmicas para las diferentes temperaturas medias anuales del Estado de Nuevo León.

Dado que no existen muchos trabajos sobre éste tema en nuestro país, fue necesario generar criterios para calificar a los valores de la ET, adoptando arbitrariamente los siguientes: a) límite entre una zona apta y una no apta lo define el valor de ET del 50 % y; b) las zonas aptas a su vez fueron subdivididas en dos clases, A1 y A2, la primera para los valores mayores a 60 % y la segunda para valores 50 y 60 %.

5). Evaluación de la aptitud edáfica.

En este estudio se denomina aptitud edáfica (AE) a la evaluación de las unidades de suelo, fase y pendiente de acuerdo a los requerimientos de cultivos. En la estimación de la AE de los cultivos de sorgo, maíz, trigo, cebada, papa, frijol y soya bajo condiciones de irrigación, se adoptaron los criterios del proyecto de zonas agroecológicas de FAO con un nivel de inversión alto. Una innovación en este estudio es la inclusión del criterio de evaluación de tierras con fines de riego propuesto por la FAO (1980).

Calificación de las unidades de suelo.

La calificación de las unidades de suelo de acuerdo a la metodología FAO para los cultivos en estudio distingue tres clases básicas; muy apta (S1) sin limitaciones; marginalmente apta (S2), con limitaciones que afectan el rendimiento de los cultivos y no apta (N) no se recomienda la producción del cultivo bajo estudio.

Para el Estado de Nuevo León se distinguieron 13 unidades de suelo (SPP 1980), y su calificación para la producción de los cultivos bajo estudio de acuerdo con la FAO y con un nivel de inversión alto se presenta en el cuadro 2.

Es conveniente aclarar la mecánica de la evaluación del factor climático en conjunto con el factor edáfico. Con el factor climático a través de la eficiencia térmica se generan 3 zonas A1, A2 y N. Si una zona resulta térmicamente no apta (N), se elimina quedando fuera del estudio. Las zonas aptas (A1 y A2), son reevaluadas de acuerdo al factor edáfico. Si la aptitud edáfica es S1 (sin limitaciones), se conserva la clase de aptitud climática; si es S2 (con limitaciones), se degrada a la aptitud climática una clase, es decir, si la zona es originalmente A1 y su aptitud edáfica es S2, entonces produce una clase A2. Si la zona es A2 y su aptitud edáfica S2 genera un área N, no apta. Este procedimiento elimina muchas áreas, conservando solo aquellas que ofrecen las mejores posibilidades para lograr resultados satisfactorios.

Clasificación por fase.

En el Estado de Nuevo León se presentan 7 fases (SPP, 1980), lítica, petrocálcica, pedregosa, petrogypsica, salina, alcalina y gravosa. De acuerdo con la FAO (1980) las zonas sin fase y gravosas se clasifican como S1, sin limitación por este concepto; el resto de las fases se consideran como N, no aptas para los cultivos en estudio, la clasificación con S2 no se presenta.

El criterio de evaluación conjunta (clima, unidad de suelo y fase) es similar al descrito en el punto anterior.

Clasificación de las unidades de suelo por su aptitud para la irrigación.

Originalmente se pensó en adoptar los mismos criterios propuestos por la FAO (1980) y que se presentan en el cuadro 3, con los siguientes significados S1 para suelos sin limitaciones para la irrigación; S2 para suelos con limitación y N a unidades de suelos que nos son aptos para la irrigación.

Es importante enfatizar que éstos criterios son característicos para sistemas de riego por gravedad.

Así mismo, es básico considerar experiencias locales para la adopción de este tipo de metodologías. Por ejemplo, los vertisoles de acuerdo a la FAO, no son aptos para el riego, sin embargo, en nuestro país son los suelos más apreciados con este fin (Ortíz, 1990).

Lo anterior, genera dos alternativas, considerar a los vertisoles como lo establece la FAO o recalificarlos como S1 de acuerdo a la experiencia nacional. Ambos procedimientos se analizan en este estudio.

Clasificación por pendiente.

La pendiente es quizá el factor más importante que condiciona la incorporación de áreas agrícolas al riego debido a que una de las características de la agricultura de riego del Estado de Nuevo León es la mecanización, la cual es limitada por este factor.

Ortíz, Ojeda y Pájaro (1987), señalan que en México no existen planos de pendiente y proponen como alternativa usar el

mapa fisiográfico del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), considerando a las topoformas de valles, planicie, meseta y llanuras como equivalentes a zonas como pendientes de 0-8 %, los lomeríos de 8 a 30 % y las sierras como pendientes mayores de 30 %, la modificación por pendiente para el Estado de Nuevo León se realizaron utilizando el mapa fisiográfico de la SPP (1980).

Las áreas con pendiente de 0 a 8 %, se clasifican como S1, de 8 a 30 % como S2 y más de 30 % como N, en estudios relacionados con la agricultura de temporal. Para estudios bajo riego, se adoptaron las modificaciones siguientes: a) las clases S1 y N se conservan con los mismos criterios propuestos por la FAO, y b) la clase S2 se condiciona a un buen sistema de riego presurizado. Por el ejemplo práctico que se tiene en el proyecto Vaquerías.

Finalmente, en la figura 3 se presenta un diagrama del procedimiento general empleado para la zonificación agroclimática y edáfica bajo condiciones de riego en el Estado de Nuevo León.

Cuadro 2. Clasificación de las unidades de suelo por cultivo
FAO (1980)

Unidad	cultivo Inversion Sub- unidad	Sorgo alto	Maíz alto	Trigo alto	Cebada alto	Papa alto	Frijol alto	Soya alto
Solonchak (Z)	Zo	N	N	N	N	N	N	N
	Zg	N	N	N	N	N	N	N
Solonets (S)	So	N	N	S2/N	N	N	N	N
	Sg	N	N	N	N	N	N	N
Rendzinas (E)		S2	N	S2/N	S2/N	N	N	N
Litsoles (I)		N	N	N	N	N	N	N
Castañoszems (K)	Kh	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	Kk	S1	S1	S1/S2	S1	S1	S1/S2	S1/S2
	Kl	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Regosoles (R)	Re	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	Rc	S1/S2	S1/S2	S1	S1	S2	S1/S2	S1/S2
Cambisoles (B)	Be	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	Bk	S1	S1/S2	S1	S1	S2	S1/S2	S1/S2
Luvisoles (L)	Lc	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Vertisoles (V)	Vp	S1	S1	S1	S1	S2	S1/S2	S1/S2
	Vc	S1	S1	S1	S1	S2	S1/S2	S1/S2
Xerosoles (X)	Xh	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2
	Xk	S1	S1/S2	S1	S1	S2	S1/S2	S1/S2
	Xl	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Feozems (H)	Hh	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	Hl	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Yermosoles (Y)	Yh	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2
Fluvisoles (J)	Jc	N	N	N	N	N	N	N

S1.- Suelo muy apto para la producción del cultivo.

S2.- Suelo marginalmente apto para la producción del cultivo.

N.- Suelos no aptos en la producción de cultivos.

Cuadro 3. Modificaciones de las unidades de suelo aptas para la irrigación.

Unidades de Suelo	Subunidades	Calificaciones
Solonchak (Z)	Zo	S2/N
	Zg	N
Solonets (S)	So	N
	Sg	N
Rendzinas (E)		N
Castañoszems (K)	Kh	S1
	Kk	S1/S2
	Kl	S1
Regosoles (R)	Re	S1
	Rc	S1/S2
Litsoles (I)		N
Cambisoles (B)	Be	S1
	Bk	S1/S2
Luvisoles (L)	Lc	S1
Vertisoles (V)	Vc	S2/N
	Vp	S2/N
Xerosoles (X)	Xh	S1
	Xk	S1/S2
	Xl	S1
Feozems (H)	Hh	S1
	Hl	S1
Fluvisoles (J)	Jc	N
Yermosoles (Y)	Yh	S1

S1.- Unidades de suelos sin limitaciones para la irrigación

S2.- Unidades de suelo con limitaciones.

N.- Unidades de suelo no aptas para la irrigación

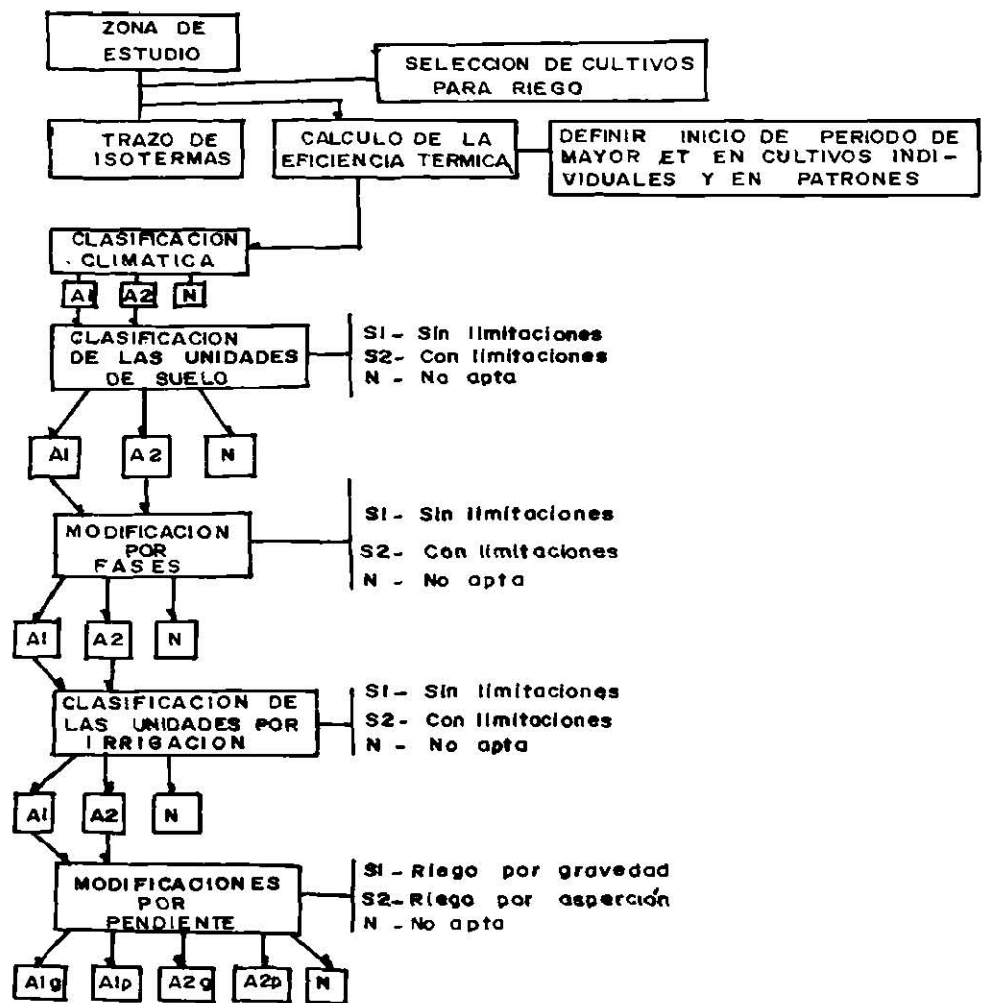


FIG 3. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCEDIMIENTO DE ZONIFICACION AGROCLIMATICA Y EDAFICA BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN EL ESTADO DE NUEVO LEON.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Principales cultivos en el Estado de Nuevo León.

Como primera alternativa se consideraron los cultivos que son de utilidad a los ejidatarios del Estado. Siendo el maíz sembrado por 486 ejidos, lo sigue el sorgo con 49, el trigo con 26 y el frijol con 11 ejidos.

Como segunda alternativa aquellos de interés a la iniciativa privada, como la cebada, papa y soya ya que pueden ser procesados.

Ambos tipos de cultivos son analizados tanto individualmente, como por rotaciones, ya que se supone que las tierras deberán estar ocupadas todo el año.

4.2. Generación de índices térmicos.

Con las temperaturas de adaptación propuestas por Doorenbos y Kassam y con el procedimiento de Neild y Boshell se generan tablas de calificaciones térmicas para sorgo, maíz, trigo y frijol, que se reportan en el cuadro 1A del apéndice y para los cultivos de cebada, papa y soya, en el cuadro 4.

En el cuadro 5 se presenta un ejemplo completo del procedimiento para el cálculo del índice térmico mensual y de la eficiencia térmica potencial del cultivo de sorgo de cuatro meses (ETpS4M), para la estación meteorológica de Cadereyta N.L.. Para el mes de enero se presenta una temperatura máxima (TM) de 20.8°C y mínima (Tm) de 6.8°C dichos valores se encuentran en los intervalos de $< 23^{\circ}$ y $< 9^{\circ}\text{C}$, respectivamente les corresponden calificaciones de 0 y 1, generándose índices térmicos para Enero de 1 (0+1), de igual forma se procedió con todos los meses y una vez obtenidos, se seleccionan los meses equivalentes a la duración del ciclo que tengan los valores más altos, para el ejemplo los meses seleccionados son de Marzo a Junio. La suma de los índices térmicos es de 20 y la máxima calificación total alcanzable es de 40, por lo tanto su eficiencia térmica es del 50 %.

Los índices térmicos de sorgo y maíz de cuatro meses son iguales debido a que presentan las mismas temperaturas de adaptación. Sucediendo lo mismo con los cultivos de cebada, papa y trigo. En la figura 4 se muestra gráficamente los índices térmicos y su correspondiente calificación para éstos últimos cultivos.

Cuadro 4. Generación de los índices térmico para cebada, papa y soya

Índices térmicos para el cultivo de soya			
T° máxima	Calificación	T° mínima	Calificación
> ó = 38	0	> ó = 22	0
36 - 37.9	1	21 - 21.9	1
34 - 35.9	2	20 - 20.9	3
32 - 33.9	4	18 - 19.9	4
29 - 31.9	5	17 - 17.9	5
27 - 28.9	4	16 - 16.9	4
24 - 26.9	3	15 - 15.9	3
21 - 23.9	2	12 - 14.9	2
18 - 20.9	1	< 12.0	1
< 18.0	0		

Índices térmicos para los cultivos de cebada y papa			
T° máxima	Calificación	T° mínima	Calificación
> ó = 33	0	> ó = 14	0
31 - 32.9	1	13 - 13.9	1
29 - 30.9	2	12 - 12.9	3
27 - 28.9	4	11 - 11.9	4
24 - 26.9	5	9 - 10.9	5
22 - 23.9	4	8 - 8.9	4
19 - 21.9	3	7 - 7.9	3
16 - 18.9	2	4 - 6.9	2
13 - 15.9	1	< 4.0	1
< 13.0	0		

Cuadro 5. Procedimiento para generar los índices térmicos (IT) y estimar la eficiencia térmica potencial (ETp.) de sorgo de cuatro meses, para la estación meteorológica de Cadereyta N.L.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TM	20.8	24.2	27.2	31.6	33.3	35.3	37.0	36.7	33.2	29.0	24.0	21.9
Tm	6.8	9.0	11.7	16.7	20.0	22.0	22.5	22.4	20.8	16.9	11.7	8.3
CATM(a)	0	1	2	3	4	5	4	5	4	3	1	0
CATm(b)	1	1	2	4	0	0	0	0	0	4	2	1
IT(a+b)	1	2	[4	7	4	5]	4	5	4	7	3	1

$$ETpS4M = \frac{(4 + 7 + 4 + 5)}{(10) (4)} = \frac{(20)}{(40)} = 50 \%$$

TM = Temperatura máxima registrada.

Tm = Temperatura mínima registrada.

CATM(a) = Calificación máxima de los índices térmicos para la temperatura máxima.

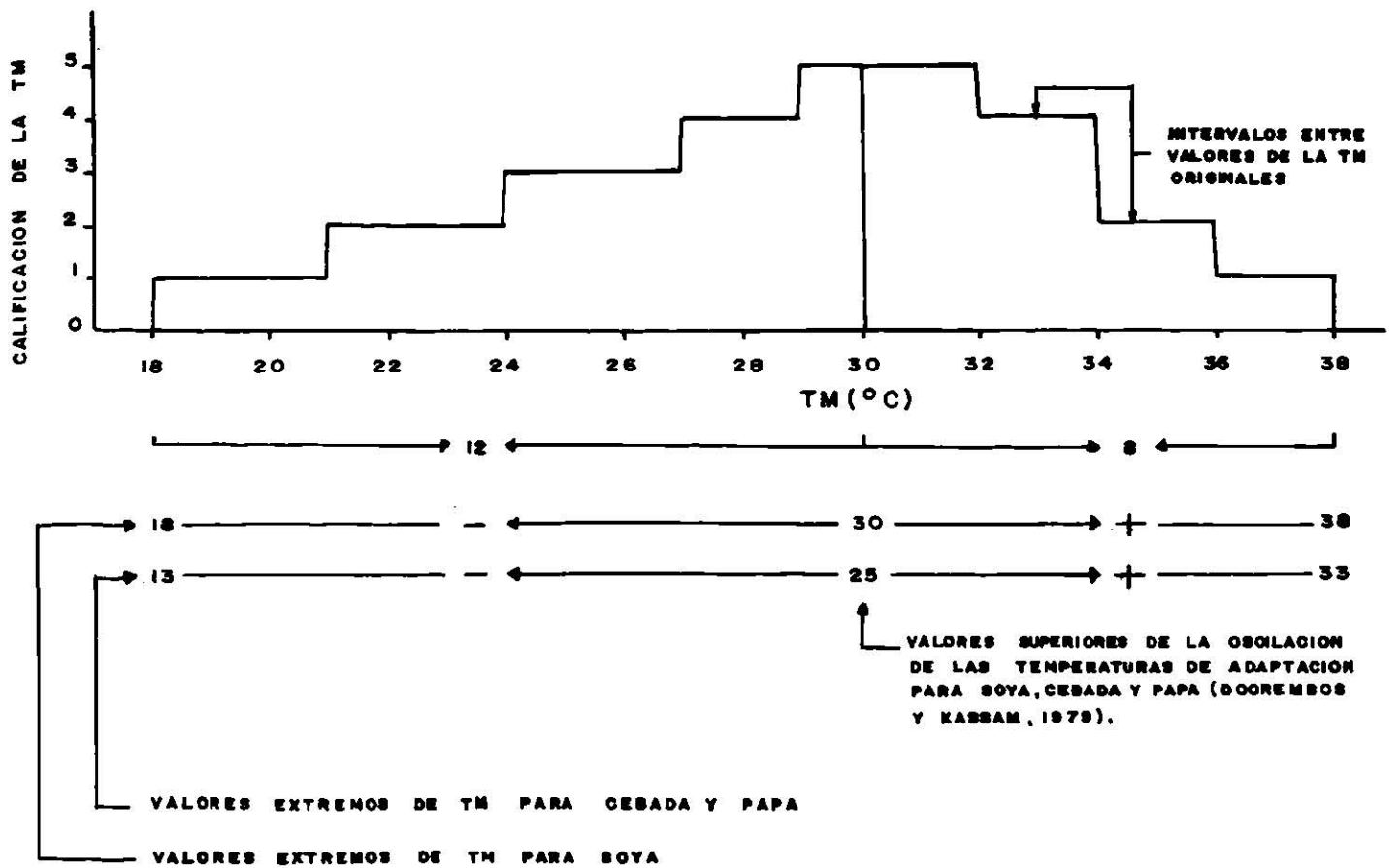
CATm(b) = Calificación máxima de los índices térmicos para la temperatura mínima.

IT (a+b) = Índice térmico para el cultivo de sorgo de cuatro meses.

ETpS4M = Eficiencia térmica potencial de sorgo de cuatro meses.

[] = Período en meses equivalente al ciclo vegetativo del sorgo, con la calificación térmica más alta.

TEMPERATURA MAXIMA



-TEMPERATURA MINIMA-

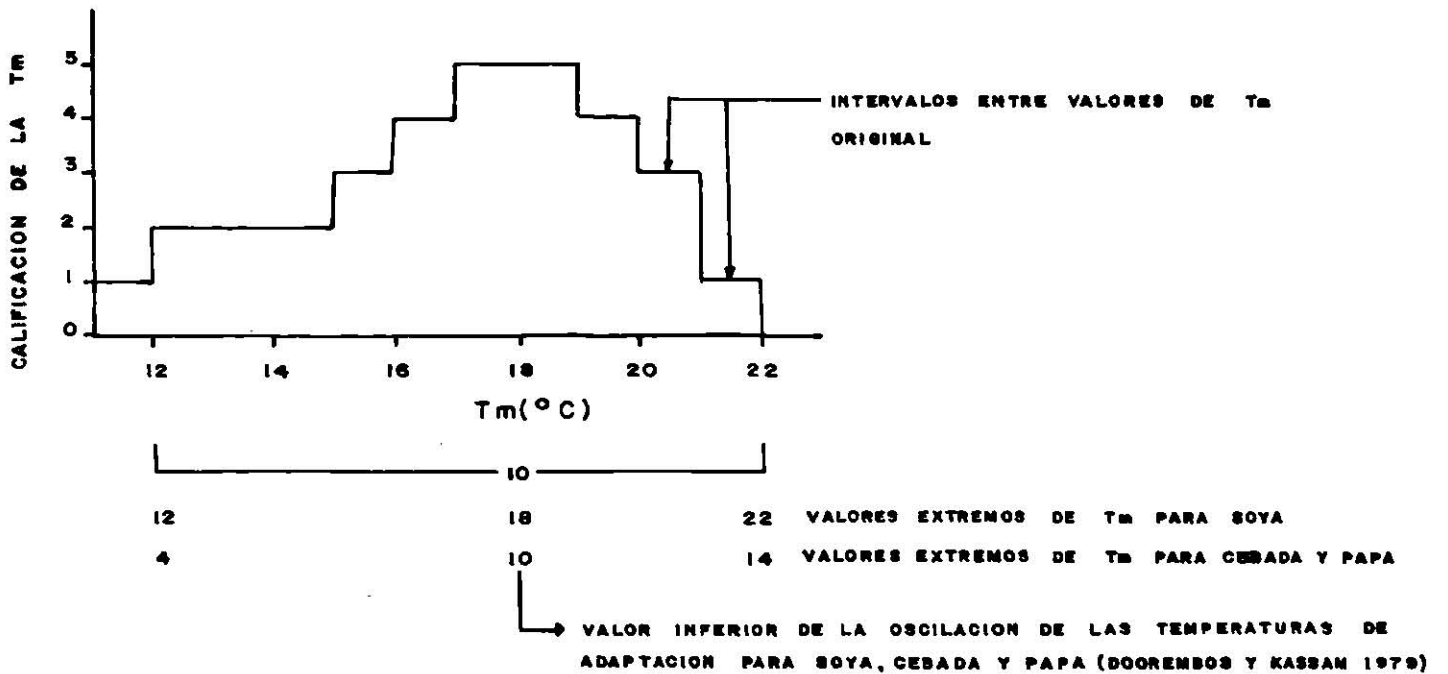


FIG 4. PROCEDIMIENTO GRAFICO PARA CALIFICAR LAS TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS (ORTIZ, 1986)

4.3. Eficiencia térmica de cultivos individuales y de patrones de cultivos.

4.3.1. Cultivos individuales

El procedimiento que se realizó en el cuadro 5 para generar los índices térmicos mensuales y para calcular la eficiencia térmica potencial del cultivo de sorgo se utilizó en todas las estaciones meteorológicas seleccionadas.

En el cuadro 6 se presentan los resultados observándose que 9 de las 15 estaciones meteorológicas coinciden en la época de siembra pero no presentan las mismas eficiencias térmicas potenciales. Esto es debido a las variaciones de las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales registradas para cada estación.

La máxima eficiencia térmica calculada para el cultivo de sorgo es de 85% en la estación meteorológica de Mier y Noriega y la mínima calculada es 42.5 % en la estación de Santa Catarina, de la misma manera que se calculó las eficiencias térmicas potenciales para el cultivo de sorgo, se realizaron para los demás cultivos en todas las estaciones, mostrándose en el cuadro 4A del apéndice.

Para los cultivos en estudio, las eficiencias térmicas máximas y mínimas son las siguientes: 82.5 % y 66 % para el cultivo de trigo en las estaciones de Santa Catarina y Mier y Noriega respectivamente; La cebada y papa presentan eficiencias de 82.5 % en la estación de Las Enramadas y 60 % en Santa Catarina; para el cultivo de soya la máxima eficiencia se presentó en la estación de Mier y Noriega con el 65 % y una mínima de 30 % en las estaciones del El Cuchillo, Lampazos, Los Herrera y Salinillas y para el cultivo de maíz de cinco meses la máxima eficiencia es de 82 % presentándose en la estación de Mier y Noriega y una mínima de 42 % en la estación de Rayones.

Para el cultivo de la soya, la temperatura no es el factor más limitante sino más bien es el fotoperíodo, originando que en los meses de Julio a Octubre sea la mejor época para su desarrollo sin importar los requerimientos térmicos.

De la misma manera que se calculó las eficiencias térmicas potenciales para el cultivo de sorgo, se realizaron para los demás cultivos en todas las estaciones, mostrándose, en el cuadro 6A del apéndice.

Cuadro 6. Eficiencia térmica del cultivo de sorgo para las 15 estaciones

Estación	meses											ETp %	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		D
Cadereyta	1	2	[4	7	4	5]	4	5	4	7	3	1	50
Dr. Arroyo	1	3	4	5	[7	8	8	8]	6	4	2	2	77.5
El Cuchillo	1	3	[6	5	5	4]	4	4	5	4	4	1	50
Galeana	2	2	3	4	[6	8	6	6]	6	3	2	2	65
Las Enramadas	1	3	[5	8	5	4]	4	4	5	6	3	1	55
Lampazos	1	1	[4	7	5	2]	2	2	5	7	3	1	45
Linares	1	3	4	[7	4	5	5]	4	4	6	4	2	52.5
Los Herrera	1	3	[5	7	5	4]	4	4	5	6	3	1	52.5
Mier y Noriega	1	2	3	7	[9	9	8	8]	6	4	2	1	85
Montemorelos	1	2	[4	8	4	5]	4	4	4	6	3	1	52.5
Rayones	1	2	6	3	3	3	3	[3	5	5	5]	1	45
Salinillas	1	1	[4	8	5	4]	4	4	5	7	3	1	52.5
Santa Catarina	1	1	3	[6	3	4	4]	4	2	6	2	1	42.5
Topo Chico	1	2	[5	6	4	5]	5	5	4	6	5	2	50
Vallecillos	1	2	[5	7	5	4]	2	2	5	7	4	1	52.5

4.3.2. Eficiencia térmica potencial y condicional para rotaciones.

La eficiencia térmica fué calculada primero por cultivo individual para todo el año, sin embargo por suponer que en el riego se realizan dos cosechas al año, fué necesario considerar la secuencia de cultivos, analizando el efecto del primer cultivo sobre el segundo ó viceversa.

Específicamente se calculó la eficiencia térmica potencial de los cultivos : trigo, cebada, papa y frijol, y una eficiencia térmica condicionada para los cultivos de sorgo y maíz de cuatro y cinco meses, asumiendo que éstos últimos son secundarios en el patrón de cultivo, por sus menores eficiencias térmicas.

En el cuadro 7 se presenta un ejemplo de la estimación de la eficiencia térmica para el patrón sorgo-trigo, en el que se observa que la eficiencia térmica potencial para el trigo de cinco meses es del 78 %, (ETpT5M) y su ciclo se presenta de noviembre a marzo (entre paréntesis rectangulares), los meses restantes que son de Mayo a Octubre, se califican para sorgo de cuatro meses para el que se estimó una eficiencia térmica condicionada del 45 % (ETcS4M), cuyo ciclo se presenta en los meses de mayo a agosto. Se adopta el criterio que en promedio un mes, es el tiempo mínimo requerido para las labores poscosecha y de preparación del terreno para el próximo cultivo, por lo que los meses de abril y octubre son omitidos. Obteniéndose en la estación de Cadereyta una Eficiencia Térmica para el patrón sorgo-trigo del 61.5 % $((78+45)/2)$.

En varias ocasiones, se tuvo que desplazar el ciclo de cultivos secundarios por uno o dos meses para hacer posible la rotación de cultivos con el trigo, cebada, papa y frijol, aún cuando su eficiencia térmica resultara menor.

En la figura 5, se muestran los patrones de cultivo de sorgo-trigo, sorgo-cebada, sorgo-papa, sorgo-frijol, maíz-trigo, maíz-cebada, maíz-papa y maíz-frijol en tres estaciones del Estado de Nuevo León, en la cual se puede apreciar las eficiencias térmicas promedio de los patrones de cultivos y los desfazamientos que tuvieron los cultivos secundarios.

De la misma manera se realizaron para las 12 estaciones restantes con los mismos patrones de cultivo, ver figura 1A del apéndice.

En el caso del cultivo de soya no fue posible estudiar su rotación con otros cultivos, debido a que los requerimientos de fotoperíodo, no permiten desplazarlo a otros meses.

Cuadro 7 Estimación de la eficiencia térmica del patron de cultivo sorgo-trigo para la estación meteorológica de Cadereyta N.L.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ITS	1	2	4	7	[4	5	4	5]	4	7	3	1
ITT	5	9	8]	1	0	0	0	0	0	2	[9	8

$$TpT5M = \frac{(39)}{(50)} = 78 \%$$

$$ETcS4M = \frac{(18)}{(40)} = 45 \%$$

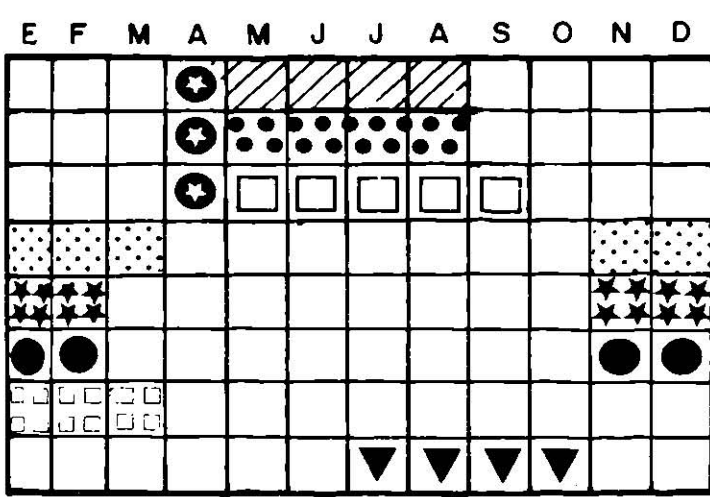
ITS = Índice térmico para sorgo de cuatro meses.

ITT = Índice térmico para trigo de cinco meses.

ETpT5M = Eficiencia térmica potencial para trigo de cinco meses.

ETcS4M = Eficiencia térmica condicional para sorgo de cuatro meses.

CADEREYTA



	Cult.	ETp (%)	ETc (%)
S	55	45	
M	55	45	
M	52	46	
T	78		
C	77.5		
P	77.5		
F	70		
Sy	37.5		

(%)

$$S-T = (45 + 78) / 2 = 61.5^*$$

$$S-C = (45 + 77.5) / 2 = 61.2$$

$$S-P = (45 + 77.5) / 2 = 61.2$$

$$S-F = (45 + 70) / 2 = 57.5$$

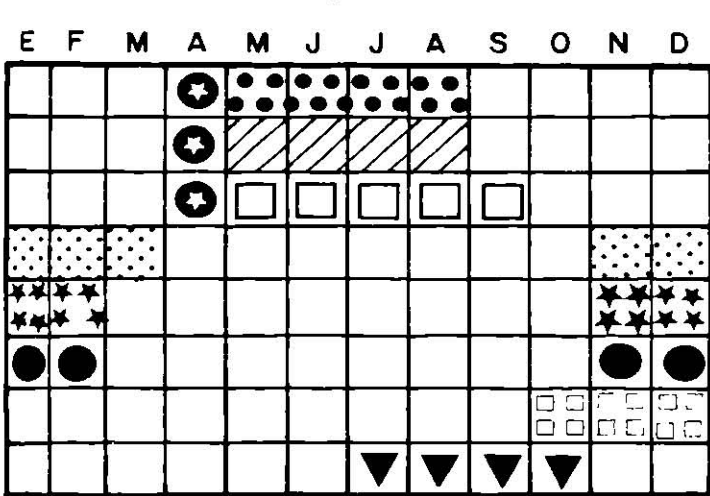
$$M-T = (46 + 78) / 2 = 62.0^{**}$$

$$M-C = (46 + 77.6) / 2 = 61.7$$

$$M-P = (46 + 77.6) / 2 = 61.7$$

$$M-F = (46 + 70.0) / 2 = 58.0$$

TOPO CHICO



	Cult.	ETp (%)	ETc (%)
S	50	47.5	
M	50	47.5	
M	50	46	
T	82		
C	80		
P	80		
F	66.6		
Sy	57.5		

(%)

$$S-T = (47.5 + 82) / 2 = 64.7$$

$$S-C = (47.5 + 80) / 2 = 63.7$$

$$S-P = (47.5 + 80) / 2 = 63.7$$

$$S-F = (47.5 + 66.6) / 2 = 57.0$$

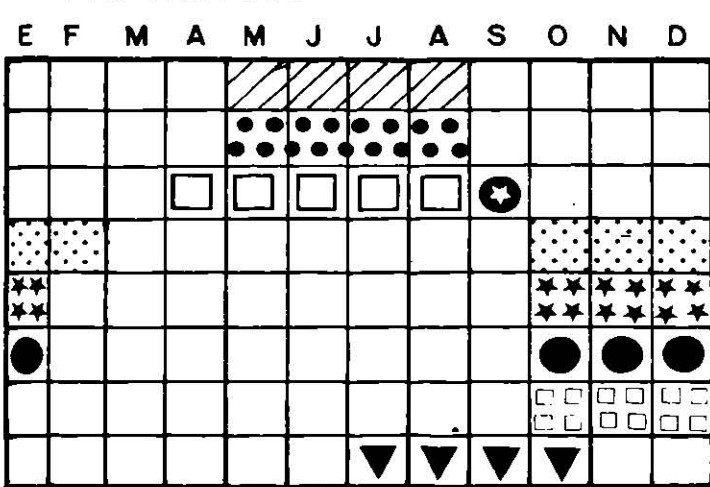
$$M-T = (46 + 82) / 2 = 64.0$$

$$M-C = (46 + 80) / 2 = 63.0$$

$$M-P = (46 + 80) / 2 = 63.0$$

$$M-F = (46 + 66.6) / 2 = 56.3$$

DR. ARROYO



	Cult.	ETp (%)	ETc (%)
S	77.5	71.5	
M	77.5	71.5	
M	74	72	
T	74		
C	75		
P	75		
F	76		
Sy	65		

(%)

$$S-T = (65 + 80) / 2 = 72.5$$

$$S-C = (42.5 + 80) / 2 = 61.2$$

$$S-P = (42.5 + 80) / 2 = 61.2$$

$$S-F = (42.5 + 66.6) / 2 = 54.5$$

$$M-T = (44 + 74) / 2 = 59.0$$

$$M-C = (44 + 80) / 2 = 62.0$$

$$M-P = (44 + 80) / 2 = 62.0$$

$$M-F = (44 + 66.6) / 2 = 55.0$$

★ MES DESFAZADO /// S: SORGO ●● T: TRIGO
 ●● M: MAIZ 4 Meses ★ C: CEBADA □□ F: FRIJOL
 □ M: MAIZ 5 Meses ● P: PAPA ▼ Sy: SOYA

FIG 5. PATRONES DE CULTIVOS PROPUESTOS PARA EL ESTADO DE NUEVO LEON.

4.4. Relación de la eficiencia térmica - temperatura media anual.

1. Cultivos individuales

A partir de la información de la eficiencia térmica del cultivo de sorgo obtenida en las 15 estaciones (variable dependiente) se relacionó con la temperatura media anual (variable independiente) (ver cuadro 8), por medio de un análisis de regresión múltiple, obteniéndose como mejor modelo, un cuadrático sin ordenada al origen, significativo con un alfa menor al 0.05, de la siguiente forma:

$$ETS4M = 6.315 (TMA) - 0.1757 (TMA)^2$$

$$n = 15$$

$$R^2 = 0.9525$$

$$F_c = 160.883$$

Con este modelo se generan las eficiencias térmicas para temperaturas medias anuales de 12 a 24°C con intervalos de 2°C (ver cuadro 9) y a través de la primera derivada (máximos y mínimos) es posible establecer la temperatura media anual con la cual se obtiene la máxima eficiencia térmica para el cultivo.

En general para calificar zonas por medio de la eficiencia térmica se adoptaron, como fué mencionado en la metodología los siguientes criterios: áreas con eficiencia térmica mayores a 60 % se consideran como muy aptas (A1); eficiencias de 50 a 60 % como marginalmente aptas (A2) y áreas con menor del 50% como no aptas (N).

El Estado de Nuevo León es marginalmente apto para la siembra de sorgo (figura 6), ya que presenta temperaturas medias anuales que oscilan entre los 12 y 24 °C y que corresponden a eficiencias máximas de 56.74 % y mínimas de 50.36 %.

Con el mismo procedimiento se generaron los modelos para los cultivos de maíz, trigo, cebada, papa, frijol y soya, a partir de la información del cuadro 5A del apéndice. En el cuadro 6A del apéndice, se muestran los modelos y las estimaciones de eficiencia térmica en el Estado de Nuevo León, destacando que el sorgo y el maíz de cuatro y cinco meses presentan una zona única calificada climáticamente como marginalmente apta para su siembra; mientras que los cultivos de trigo y frijol climáticamente son muy aptos en todo el Estado, sólo los cultivos de cebada, papa y soya presentan dos zonas, una muy apta y otra marginalmente apta en el Estado. (figura 2A del apéndice).

Cuadro 8. Relación de la eficiencia térmica del cultivo de sorgo con la temperatura media anual para las 15 estaciones de Nuevo León.

Estaciones	ETS4M %	TMA
Cadereyta	50.0	22.6
Dr. Arroyo	77.5	19.2
El Cuchillo	50.0	23.4
Galeana	65.0	18.6
Las Enramadas	55.0	23.0
Lampazos	45.0	23.3
Linares	52.5	22.4
Los Herrera	52.5	23.2
Mier y Noriega	85.0	19.1
Montemorelos	52.5	22.2
Rayones	45.0	20.6
Vallecillo	52.5	23.0
Salinillas	52.5	22.7
Santa Catarina	42.5	20.3
Topo Chico	50.0	22.3

ETS4M = Eficiencia térmica de sorgo de cuatro meses.

TMA = Temperatura media anual.

Cuadro 9. Relación de la eficiencia térmica del cultivo de sorgo con la temperatura media anual y estimación de la eficiencias térmicas en el Estado de Nuevo León.

TMA	$ETS4M = 6.315 (TMA) - 0.1757 (TMA)^2$
12	ETS4M = 50.48 %
14	ETS4M = 53.98 %
16	ETS4M = 56.10 %
18	ETS4M = 56.74 %
20	ETS4M = 56.02 %
22	ETS4M = 53.89 %
24	ETS4M = 50.36 %

TMA = Temperatura media anual.

ETS4M = Eficiencia térmica de sorgo de cuatro meses.

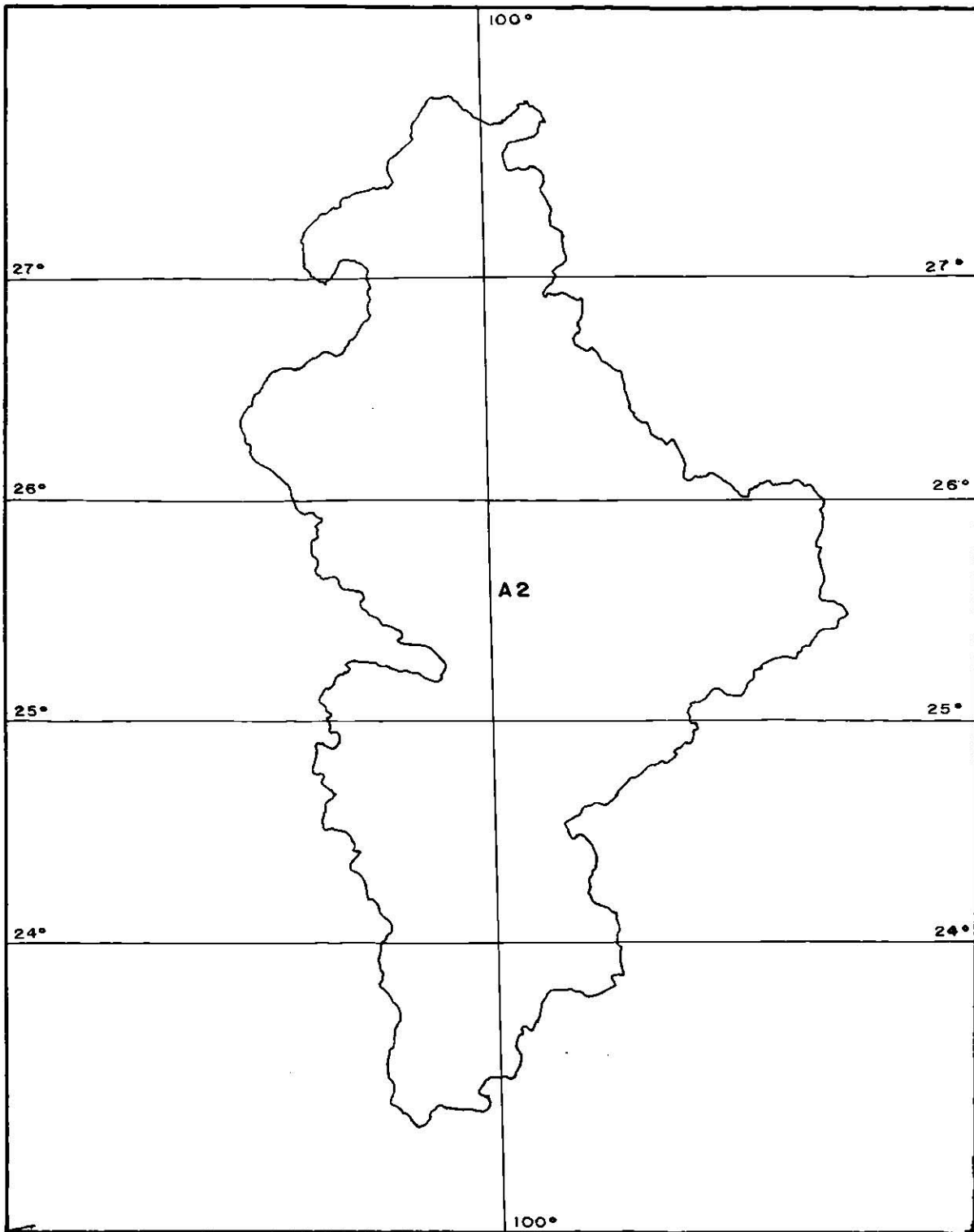


FIG 6. CLASIFICACION CLIMATICA DEL ESTADO DE NUEVO LEON EN LA PRODUCCION DE SORGO: (A2) MARGINALMENTE APTA

2. Patrones de cultivo.

A partir de la eficiencia térmica promedio del patrón sorgo-trigo que se presenta en el cuadro 10, se relacionó por medio de un análisis de regresión múltiple, con la temperatura media anual, obteniendo como resultado un modelo cuadrático sin ordenada al origen, significativo con un alfa de 0.05, que se presenta a continuación:

$$ETPS-T = 9.890918 (TMA) - 0.321582 (TMA)^2$$

$$n = 15$$

$$R^2 = 0.98935$$

$$F_c = 603.885$$

A partir de esta ecuación se generaron las eficiencias térmicas, calculadas para las temperaturas medias anuales del Estado de Nuevo León.

En el cuadro 11 se presentan las eficiencias calculadas a partir de las temperaturas medias y se observa que en el Estado existen dos zonas a) una muy apta que se encuentra entre los rangos de 60 y 70% de eficiencia para las temperaturas de 12°C a 22°C; y c) una segunda zona marginalmente apta o regular en aquellas zonas en que la temperatura media anual es mayor a los 22°C.

En la figura 7 se muestran las dos áreas propuestas para la producción del patrón sorgo - trigo en el Estado de Nuevo León.

De igual manera se procedió a calcular las ecuaciones a partir de la información de la eficiencia térmica de los patrones sorgo-cebada, sorgo-papa, sorgo-frijol, maíz-trigo, maíz-cebada, maíz-papa, maíz-frijol, con la temperatura media anual en las 15 estaciones (ver cuadro 12) Los modelos estadísticos de estos patrones se muestran en el cuadro 13, así como la variación de la ET calculada a partir de las temperaturas propuestas.

Además, a partir del cuadro 12 se aprecia que para los patrones de cultivo sorgo-cebada, sorgo-papa, maíz-trigo, maíz-cebada, maíz-papa, el Estado de Nuevo León se divide en dos grandes zonas, presentando los mismos rangos de eficiencia como de temperatura, siendo una muy apta (A1) y otra marginalmente apta, (A2) y para los patrones sorgo-frijol y maíz frijol se dividen en tres zonas: a) zona muy apta (A1) a temperaturas medias de 12 a 22°C con un rango de eficiencia mayor al 60%, b) otra marginalmente apta (A2) a temperaturas de 22 - 24°C con rango de 50 a 60% de eficiencia y c) una zona no apta a temperaturas mayores de 24°C con eficiencias menores del 50%, fuera del Estado (ver figura 8).

Cuadro 10. Relación de la eficiencia térmica del patrón de cultivo sorgo-trigo con las temperaturas media anual de las 15 estaciones del Estado de Nuevo León.

Estaciones	ETPS-T %	TMA
Cadereyta	61.5	22.6
Dr Arroyo	75.7	19.2
El Cuchillo	59.0	23.4
Galeana	72.5	18.6
Las Enramadas	61.2	23.0
Lampazos	51.7	23.3
Linares	62.5	22.4
Los Herrera	60.2	23.2
Mier y Noriega	83.7	19.1
Montemorelos	61.2	22.2
Rayones	50.5	20.6
Vallecillo	52.2	23.0
Salinillas	57.2	22.7
Santa Catarina	60.0	20.3
Topo Chico	64.7	22.3

ETPS-T = Eficiencia térmica del patrón sorgo-trigo.

TMA = Temperatura media anual.

Cuadro 11. Análisis de Regresión múltiple para el patrón de cultivo sorgo-trigo y estimación de la eficiencia térmica de acuerdo a las temperaturas medias anuales, en el Estado de Nuevo León.

TMA	$ETPS-T = 9.890918 (TMA) - 0.321582 (TMA)^2$
12	ETPS-T = 72.38 %
14	ETPS-T = 75.44 %
16	ETPS-T = 73.93 %
18	ETPS-T = 73.83 %
20	ETPS-T = 69.95 %
22	ETPS-T = 61.95 %
24	ETPS-T = 52.15 %

TMA = Temperatura media anual

ETPS-T = Eficiencia térmica del patrón sorgo - trigo.

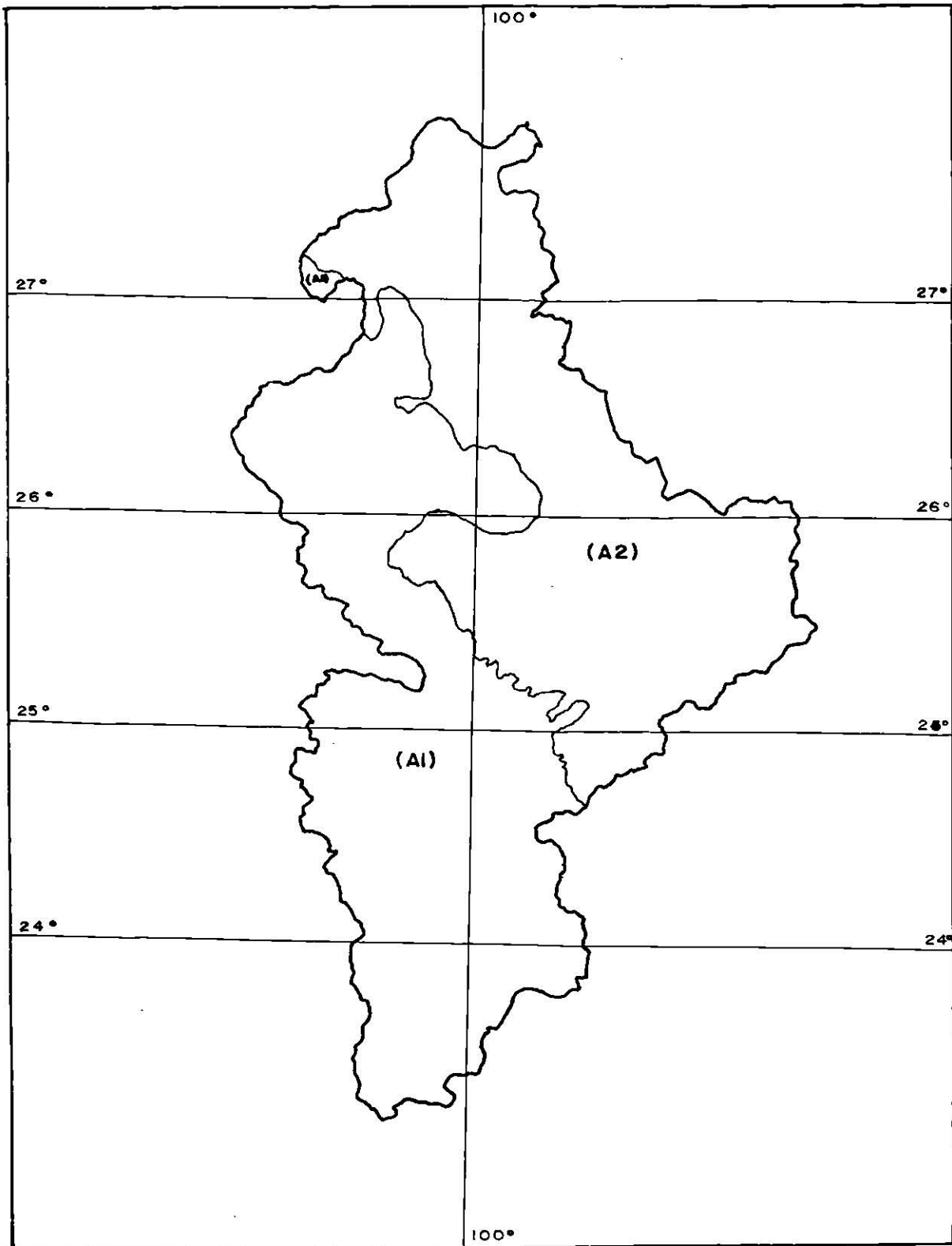


FIG 7. CLASIFICACION CLIMATICA DEL PATRON SORGO-TRIGO EN EL ESTADO DE NUEVO LEON:(A1)MUY APTA,(A2)MARGINALMENTE APTA.

Cuadro 12. Análisis de la eficiencia térmica de los patrones de cultivo, propuestos con la temperatura media anual de las estaciones del Estado de Nuevo León.

Estaciones	TMA	S-C	S-P	S-F	M-T	M-C	M-P	M-F
Cadereyta	22.6	61.2	61.2	57.2	62	61.7	61.7	58
Dr. Arroyo	19.2	76.2	76.2	76.7	73	73.5	73.5	74
El Cuchillo	23.4	62	62	55	58.2	61.2	61.2	54.5
Galeana	18.6	72.5	72.5	69.1	70	70	70	61.6
Las Enramadas	23	62.5	62.5	57.9	60	63.2	63.2	58.6
Lampazos	23.3	51.2	51.2	47	54	53.5	53.5	49.3
Linares	22.4	62.5	62.5	60.8	62	62	62	60.3
Los Herrera	23.2	61.2	61.2	51.2	61	62	62	57
Mier y N.	19.1	76.2	76.2	77.5	82.2	76.2	76.2	77.5
Montemorelos	22.2	61.2	61.2	57.9	61	61	61	57.6
Rayones	20.6	52.5	52.5	47.5	50	52	52	47
Vallecillo	23	52.5	52.5	49.5	54	54.2	54.2	51.3
Salinillas	22.7	56.2	56.2	54.5	58	57	57	50.3
Sta. Catarina	20.3	48.7	48.7	47	58.2	47	47	45.3
Topo Chico	22.3	63.7	63.7	57	64	63	63	56.3

S-C = Patrón sorgo - cebada.
 S-P = Patrón sorgo - papa.
 S-F = Patrón sorgo - frijol.
 M-T = Patrón maíz - trigo.
 M-C = Patrón maíz - cebada.
 M-P = Patrón maíz - papa.
 M-F = Patrón maíz - frijol.
 TMA = Temperatura media anual.

Cuadro 13. Eficiencia térmica calculada a partir de las temperaturas medias anuales, por medio de ecuaciones de regresión para el Estado de Nuevo León.

Eficiencia térmica al patrón sorgo-cebada y sorgo-papa

TMA ETPS-C y S-P = $8.738789(TMA) - 0.270753(TMA)^2$ (Mod. estadístico)

12	ETPS-C y S-P = 65.88 %	Calificación por clima:
14	ETPS-C y S-P = 69.28 %	Alta con rangos de 60 a 70s %
16	ETPS-C y S-P = 70.51 %	Regular con rango de 50 a 60 %
18	ETPS-C y S-P = 69.57 %	
20	ETPS-C y S-P = 66.47 %	
22	ETPS-C y S-P = 61.21 %	
24	ETPS-C y S-P = 53.78 %	

Eficiencia térmica del patrón sorgo-frijol.

TMA ETPS-F = $9.49143(TMA) - 0.31281(TMA)^2$ (Mod. estadístico)

12	ETPS-F = 68.85 %	Calificación por clima:
14	ETPS-F = 71.57 %	Alta con rangos de 60 a 70s %
16	ETPS-F = 71.78 %	Regular con rangos de 50 a 60 %
18	ETPS-F = 69.50 %	Mala menor al 50 %
20	ETPS-F = 64.70 %	
22	ETPS-F = 57.41 %	
24	ETPS-F = 47.62 %	

Eficiencia térmica del patrón maíz-trigo. (maíz de cinco meses).

TMA ETPM-T = $9.083479(TMA) - 0.285216(TMA)^2$ (Mod. estadístico)

12	ETPM-T = 67.93 %	Calificación por clima:
14	ETPM-T = 71.27 %	Alta con rango de 60 a 70s %
16	ETPM-T = 72.32 %	Regular con rango de 50 a 60 %
18	ETPM-T = 71.09 %	
20	ETPM-T = 67.58 %	
22	ETPM-T = 61.79 %	
24	ETPM-T = 53.72 %	

Eficiencia térmica del patrón maíz-cebada y maíz papa.

TMA ETPM-C y M-P = $8.055924(TMA) - 0.239892(TMA)^2$ (Mod. estadístico)

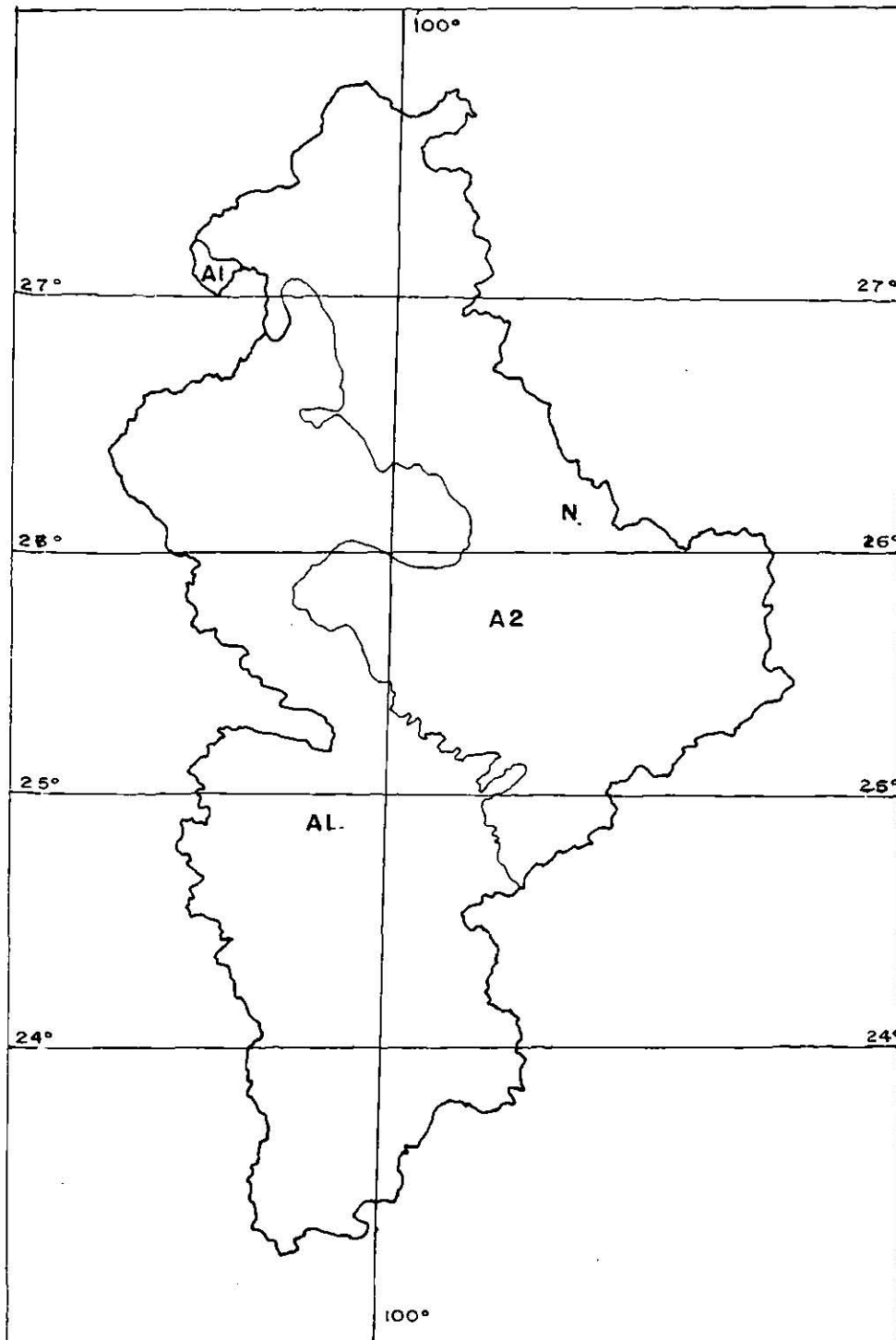
12	ETPM-C y M-P = 62.13 %	Calificación por clima:
14	ETPM-C y M-P = 65.76 %	Alta con rango de 60 a 70s %
16	ETPM-C y M-P = 67.48 %	Regular con rango de 50 a 60 %
18	ETPM-C y M-P = 67.28 %	
20	ETPM-C y M-P = 65.16 %	
22	ETPM-C y M-P = 61.12 %	
24	ETPM-C y M-P = 55.16 %	

Cuadro 13. (continuación).

Eficiencia térmica del patrón maíz-frijol.
TMA $ETPM-F = 8.281181(TMA) - 0.258469(TMA)^2$ (Mod. estadístico)

12 ETPM-F = 62.15 %
14 ETPM-F = 65.28 %
16 ETPM-F = 66.33 %
18 ETPM-F = 65.32 %
20 ETPM-F = 62.24 %
22 ETPM-F = 57.09 %
24 ETPM-F = 49.87 %

Calificación por clima:
Alta con rango de 60 a 70s %
Regular con rango de 50 a 60 %
Mala menor al 50 %



AI.- ALTA
A2.- REGULAR
N.- MALA

FIG.8. CLASIFICACION CLIMATICA PARA LOS PATRONES PROPUESTOS EN EL ESTADO DE NUEVO LEON

4.5. Clasificación de la aptitud edáfica en el Estado de Nuevo León.

Para establecer la aptitud edáfica fué necesario realizar dos tipos de análisis, uno en relación a los requerimientos de los cultivos bajo estudio y otro con respecto a la aptitud de los suelos a la irrigación.

En relación a los requerimientos de los cultivos se analizaron las Unidades de Suelo y a las fases. Mientras que, para la irrigación se analizará nuevamente las Unidades de suelo y la pendiente.

El criterio empleado en la obtención de la aptitud edáfica, fue el descrito en la metodología en la cual se distinguen tres tipos de aptitud que son: a) áreas muy aptas representada por (S1), b) marginalmente aptas (S2) y c) no aptas (N),. Las áreas muy aptas así como las marginalmente aptas, están a su vez caracterizadas por el tipo de riego a utilizar que puede ser por gravedad o presurizado.

4.5.1. Clasificación de las unidades de suelo.

A partir de las distinciones que se realizaron de las unidades de suelo por la metodología FAO, presentes en el Estado de Nuevo León, para la producción de los cultivos de sorgo, maíz, trigo, cebada, papa, frijol y soya, se observó que las unidades de suelo tales como las Solonchak, Solonetz, Rendzinas, Litosoles, y Fluvisoles calcáreos no son aptos para los cultivos, mientras que los Castañozems, Regosoles, Cambisoles, Luvisoles, Xerosoles, Yermosoles, Faeozem y Vertisoles son muy aptos, exceptuando aquellas unidades que presenten subunidades calcáricas que limitan la producción de cultivos o inclusive pueden ser no aptas.

En la figura 9 se presenta el plano de clasificaciones por unidades de suelos.

4.5.2. Clasificación por fase.

Las mejores áreas para la producción de los siete cultivos propuestos son aquellas que no presentan ninguna fase ó la fase gravosa y se clasifican como muy aptas o sin limitaciones (S1), las 6 fases restantes se clasifican como no aptas (N) para la producción de los cultivos.

28 °

28 °

27 °

27 °

26 °

26 °

25 °

25 °

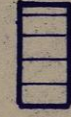
24 °

24 °

101 °

100 °

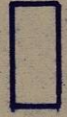
SIMBOLOGIA



S1



S2



NO APTO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

INGENIERIA AGRICOLA

CALIFICACION DE LAS UNIDADES DE SUELOS

Realizó: EDGAR V. GUTIERREZ CASTORENA

TESIS PROFESIONAL

Revisó: M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO

Escala 1:1'000,000

JUNIO 1992

En la figura 10 se presenta el plano de clasificación por fases donde se muestran cuáles son las mejores áreas para la producción, las marginalmente aptas y las no aptas en el Estado de Nuevo León.

4.5.3. Clasificación de las unidades de suelo para la irrigación.

Las unidades de suelo que no fueron aptas para la irrigación son: Solonchaks, Solonetz, Rendzinas y Litosoles, las áreas que son marginalmente aptas para el riego son las que presentan subunidades calcáreas o cálcicas, así como los Vertisoles y las áreas muy aptas para la irrigación son: Castañozems, Regosoles, Cambisoles, Luvisoles, Xerosoles, Yermosoles, Faeozems y Fluvisoles, que se muestran en la figura 11 que corresponden al plano de clasificación de las unidades de suelos aptas para la irrigación.

4.5.4. Clasificación por clase de pendiente.

En la figura 12 se presenta el plano de clasificación por topoformas que muestra las áreas que pueden ser utilizadas con riego por gravedad, y aquellas que necesitan un sistema de riego presurizado, así como las no aptas.

4.6. Zonificación global de patrones de cultivos.

La zonificación global se considera como la integración de los análisis de los factores clima, suelo y aptitud al riego. En el cuadro 14, se presentan los criterios utilizados para clasificar las áreas del Estado de Nuevo León en base a la eficiencia térmica y aptitud edáfica.

En la figura 13, se muestra la primera aproximación de la zonificación global en la que se especifica las áreas que son muy aptas, las marginalmente aptas y las no aptas, siguiendo la metodología FAO sin ninguna modificación.

La modificación más notoria se refiere a la unidad de suelo de los Vertisoles que es considerada por la metodología FAO, como marginalmente apta para el riego. Sin embargo, en México, éste tipo de suelos es muy apreciado por los productores debido a que las mejores zonas agrícolas de nuestro país como son el sur de Tamaulipas, el Bajío, parte de Jalisco y de Veracruz entre otros, cuentan con ésta unidad de suelos. En la figura 14 se presenta el plano de ubicación de los Vertisoles en el Estado de Nuevo León.

28°

28°

27°

27°

26°

26°

25°

25°

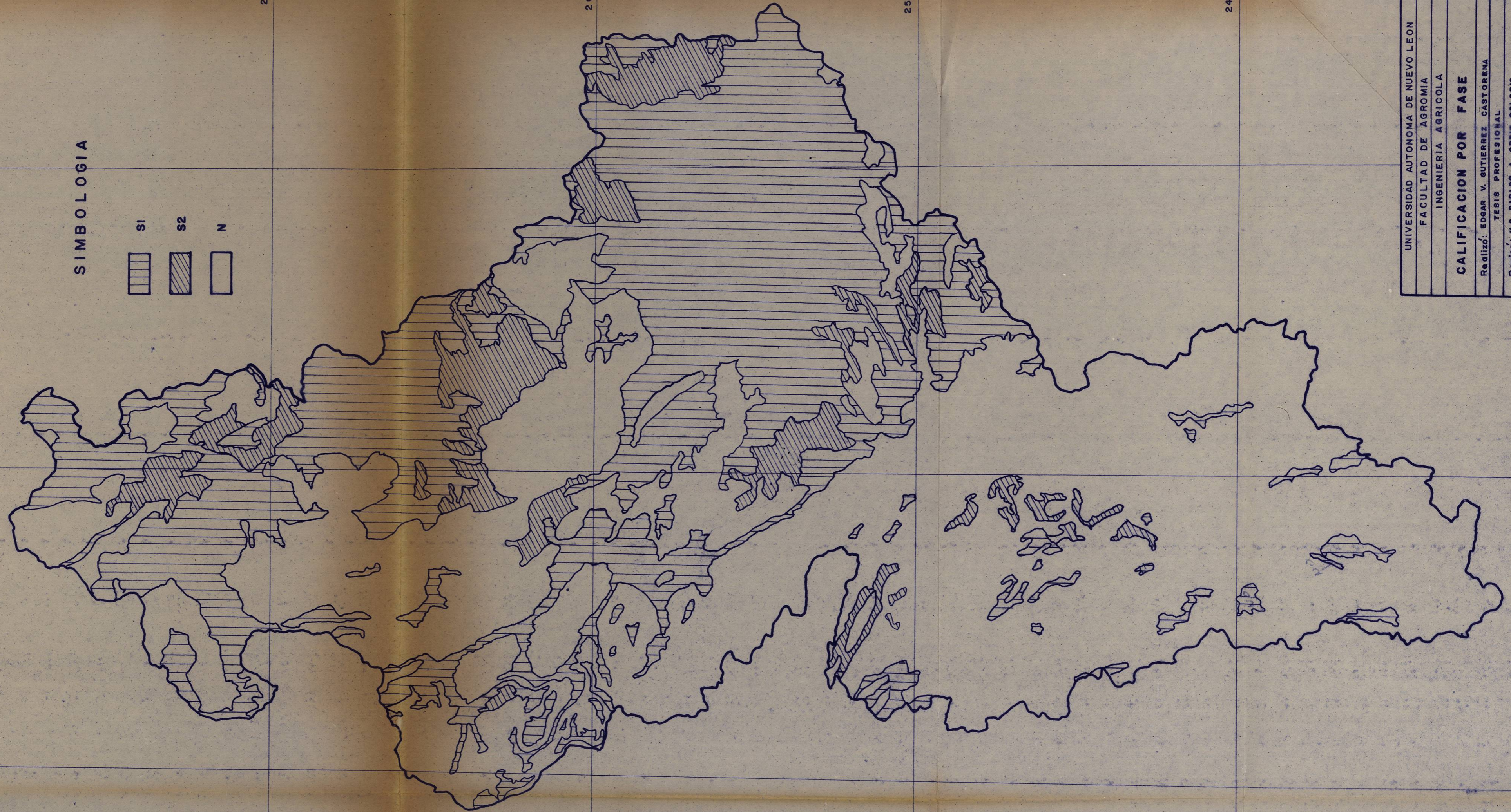
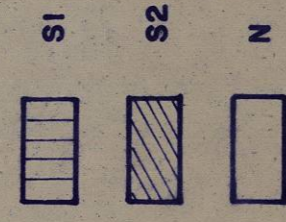
24°

24°

101°

100°

SIMBOLOGIA



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INGENIERIA AGRICOLA

CALIFICACION POR FASE

Realizo: EDGAR V. GUTIERREZ CASTORENA
 TESIS PROFESIONAL

Reviso: M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO
 Escala 1:1'000,000 JUNIO 1992

28°

28°

27°

27°

26°

26°

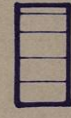
25°

25°

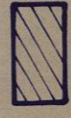
24°

24°

SIMBOLOGIA



S1



S2



NO APTO



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

INGENIERIA AGRICOLA

**CALIFICACION DE LAS UNIDADES DE SUELOS
APTA PARA LA IRRIGACION**

Realizó: EDGAR V. GUTIERREZ CASTORENA

TESIS PROFESIONAL

Revisó: M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO

Escala 1:1'000,000 JUNIO 1992

101°

100°

28°

27°

26°

25°

24°

28°

27°

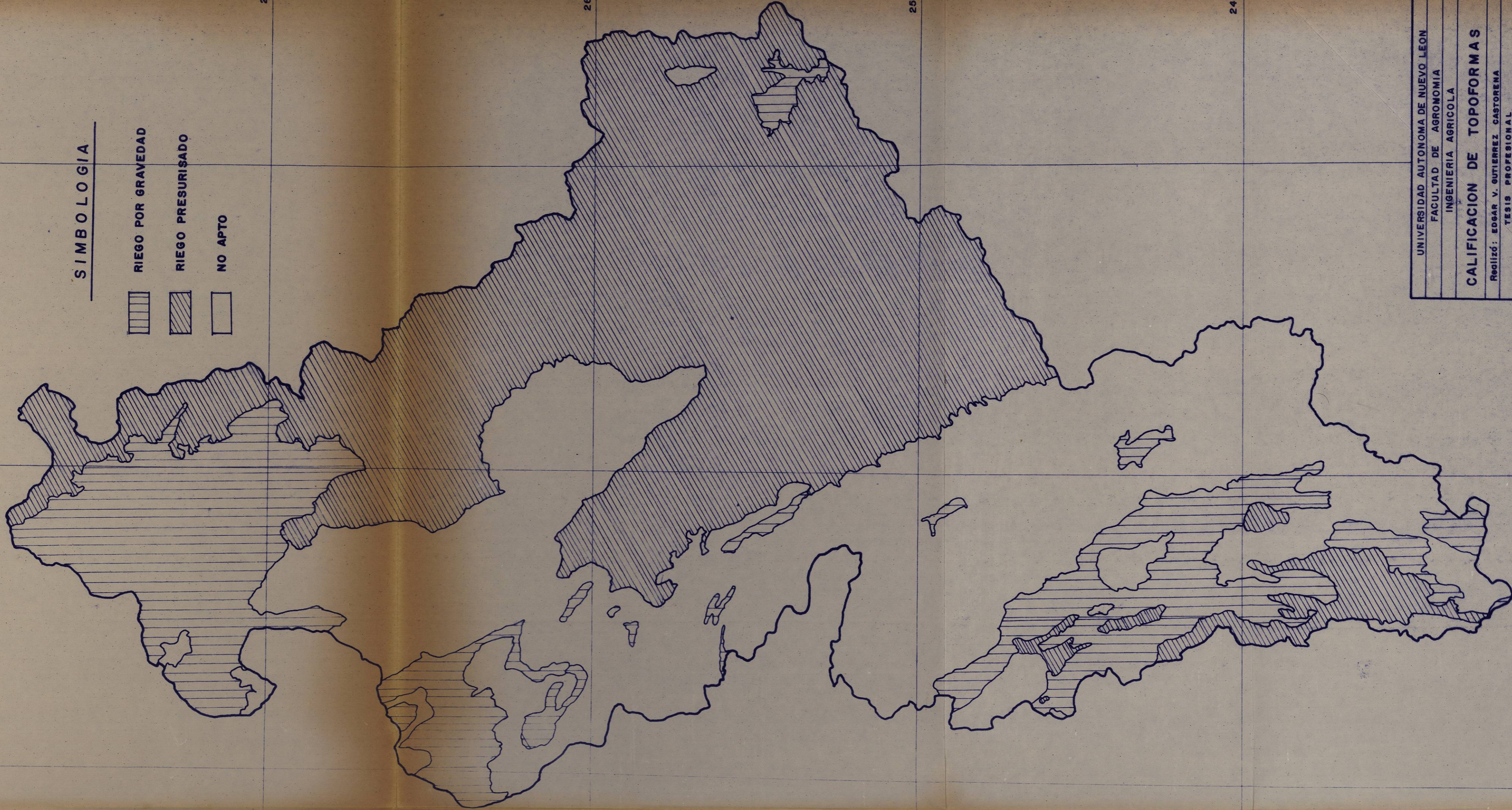
26°

25°

24°

SIMBOLOGIA

- RIEGO POR GRAVEDAD
- RIEGO PRESURISADO
- NO APTO



101°

100°

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INGENIERIA AGRICOLA

CALIFICACION DE TOPOFORMAS

Realizó: EDGAR V. GUTIERREZ CASTORENA
 TESIS PROFESIONAL
 Revisó: M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO
 Escala 1:1'000,000 JUNIO 1992

28°

28°

27°

27°

26°

26°

25°

25°

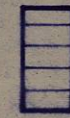



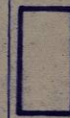
24°

24°

101°

100°

SIMBOLOGIA

- A1g 
- A1P 
- A2g 
- A2P 
- N 



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INGENIERIA AGRICOLA
 ZONAS APTAS (1ª aproximacion)
 Realizo: EDGAR V. GUTIERREZ CASTORENA
 TESIS PROFESIONAL
 Reviso: M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO
 Escala 1:1'000,000 JUNIO 1992

28°

28°

27°

27°

26°

26°

25°

25°

24°

24°

101°

100°

SIMBOLOGIA



VERTISOLES



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

INGENIERIA AGRICOLA

ZONA DE VERTISOLES

Realizó: EDGAR V. GUTIERREZ CASTORENA

TESIS PROFESIONAL

Revisó: M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO

Escala 1:1'000,000 JUNIO 1992

Al considerar a los Vertisoles como suelos aptos para el riego, dentro de la zonificación global, se generó la figura 15, que corresponde al plano final de este trabajo.

Estas dos situaciones, (Figs. 13 y 15) con y sin Vertisoles, fueron analizadas determinándose las superficies, que se presentan en el cuadro 15.

Las inversiones de capital en el campo se recomienda en la primera instancia para la case A1.

A partir del cuadro 15 puede indicarse que el Estado de Nuevo León de acuerdo al análisis realizado, y considerando a los Vertisoles como suelos muy adecuados para la producción intensiva de cultivos, se encontró que sólo en el 1.69 % de la superficie se recomienda para la inversión de capital, el 20.55 % es marginal y el 77.76 % de la superficie del Estado no es apta.

La ubicación de las mejores zonas se encuentran en los municipios de Bustamante, Mina, General Escobedo, Montemorelos, Hualahuises y Linares.



SIMBOLOGIA

- A1g
- A1p
- A2g
- A2p
- N

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INGENIERIA AGRICOLA

ZONAS APTAS (FINAL)

Realizó: EDGAR V. GUTIERREZ CASTORENA
 TESIS PROFESIONAL

Revisó: M.C. CARLOS A. ORTIZ SOLORIO
 Escala 1:1'000,000 JUNIO 1992

Cuadro 14. Criterios para clasificar áreas en base a su eficiencia térmica y aptitud edáfica.

ET.	U.del S.	F.del S.	U. del S. para la I.	Pendiente	Clasifi- cación
A1	S1	S1	S1	S1 S2	A1g A1p.
A1	S2	S1	S1	S1 S2	A2g A2p
A1	S1	S2	S1	S1 S2	A2g A2p
A1	S1	S1	S2	S1 S2	A2g A2p
A2	S1	S1	S1	S1 S2	A2g A2p
A1	S2	S2		Cualquiera	
A1	S2	S1	S2	Cualquiera	N
A1	S1	S2	S2	Cualquiera	
A2	S2			Cualquiera	

ET. = Eficiencia térmica.

U.del S.= Unidad del suelo.

F. de S.= Fase del suelo.

U. del S.para I.= Unidad del Suelo para la Irrigación.

Pendiente. = Tipo de Riego a utilizar.

A1. = Alto

A2. = Regular

S1. = Sin limitaciones.

S2. = Marginalmente limitado.

N. = No apto.

A1g. = Muy apto utilizando riego por gravedad.

A1p. = Muy apto utilizando riego presurizado.

A2g. = Marginalmente apto utilizando riego por gravedad.

A2p. = Marginalmente apto utilizando riego presurizado.

Cuadro 15. Resultados de la Zonificación Agroecológica del Estado de Nuevo León.

Sin incluir Vertisoles	
CLASIFICACION	SUPERFICIE (ha)
Alg	48,181.80
Alp	3,636.36
A2g	201,818.17
A2p	641,818.10
N	5'560,045.43
TOTAL	6'455,500.00

Incluyendo Vertisoles	
CLASIFICACION	SUPERFICIE (ha)
Alg	48,181.80
Alp	61,818.17
A2g	201,818.17
A2p	1'125,454.49
N	5'018,227.37
TOTAL	6'455,500.00

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos es posible concluir que:

" En el Estado de Nuevo León existen áreas potenciales para la producción agrícola intensiva de los patrones de cultivos propuestos, con una superficie aproximada de 9,620 hectáreas con una eficiencia térmica mayor del 60 % y con un aptitud edáfica muy apta, y otra de 136,090 hectáreas marginalmente apta, debido a el factor climático que presenta eficiencia de 50 a 60 %. La superficie muy apta se encuentra distribuida en los siguientes municipios: Bustamante, Mina, General Escobedo, Montemorelos, Hualahuises y Linares y la marginalmente apta en el norte y centro del Estado".

Además este estudio debe considerarse como una primera aproximación en la zonificación del Estado de Nuevo Leon por la escala utilizada recomendándose:

a) La realización de trabajos de zonificación más detallados en las zonas propuestas para obtener áreas más específicas.

b) El estudio de la calidad de agua de las áreas seleccionadas, debido a que puede dar origen a la salinidad y por consiguiente repercutir en la aptitud para la producción de cultivos.

RESUMEN

Con el propósito de localizar las mejores áreas de riego para la producción agrícola intensiva en el Estado de Nuevo León se realizó el presente trabajo.

Los factores estudiados fueron el clima (temperaturas máximas y mínimas) y suelo, para los cultivos de sorgo, maíz, trigo, cebada, papa, frijol y soya.

Con las variables climáticas, temperaturas máximas y mínimas se calcularon las eficiencias térmicas, a partir de índices térmicos, para los cultivos individuales y para las rotaciones de cultivo como son: sorgo-trigo, sorgo-cebada, sorgo-papa, sorgo-frijol, maíz-trigo, maíz-cebada, maíz-papa y maíz-frijol y se relacionaron con la temperatura media anual para definir cartográficamente las superficies más aptas así como las marginalmente aptas y no aptas para su producción. Dichas áreas posteriormente se relacionaron con variables edáficas.

Las variables edáficas estudiadas fueron: unidad (clasificación FAO/UNESCO), las fases de suelos, la aptitud del suelo a la irrigación y su pendiente, para cada cultivo y para rotaciones, clasificando a los suelos como S1 sin limitaciones, S2 con limitaciones ligeras y N como no aptos.

En los resultados obtenidos a través de la relación de los dos factores mostraron que existen 109,999.97 hectáreas muy aptas (A1) para los patrones propuestos, de las cuales 48,181.80 hectáreas se pueden utilizar con riego por gravedad encontrándose en los municipios de Bustamante y Mina, 61,818.17 hectáreas con riego presurizado en los municipios de Montemorelos, Hualahuises, Linares y General Escobedo. La superficie marginalmente apta es de 1'327,273.66 hectáreas y la superficie no apta (N) cubre 5'018,227.37 hectáreas que representa el 77.76 % del Estado de Nuevo León.

VI. BIBLIOGRAFIA

- castaños C.M., De La Mora J. 1991. Evaluación Agroclimática en Jalisco. México.
- FAO. 1980. Report on the Second FAO/UNESCO Expert Consultation on Land Resources For Populations of the Future.
- FAO. 1975. Proyecto interinstitucional FAO/UNESCO en Agroclimatología. Estudio Agroclimático de la zona Andina informe técnico. Roma.
- García N.H.1990. Zonificación Agroecológica de los principales cultivos bajo riego en el Estado de Guanajuato. Tesis de M.C. Colegio de Posgraduados México.
1988. Atlas Ejidal Nacional. Estados Unidos Mexicano. INEGI.
- Ortiz Solorio, C.A.1986. Apuntes del curso de Agrometeorología C.P. Chapingo. México.
- Ortiz Solorio, C.A.1990. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos México.
- Romo Gonzalez, J.R.1985. Zonas con Potencial Agroclimático para la producción de cinco oleaginosas bajo temporal en la Republica Mexicana. Tesis Profesional M.C..Colegio de Posgraduados Chapingo Méx.
- Tarín Ramírez, J.M.,1988. Validación de la metodología de zonas agroecologicas para el área de Chapingo Méx.
- Torres Ruíz, E.1983. Agrometeorología. Ediciones Diana Méx.
- SARH, 1982. Plan de Desarrollo Agropecuario y Forestal para el Estado de Nuevo León 1982-1988. Subsecretaria de Planeación. México, D.F.

- SAG, 1976. Agenda Técnica Agrícola. Cultivos Inv- P.V. Nuevo León. Chapingo Méx.
- SAG, 1976. Normales Climatológicas. Dirección General de Geografía y Meteorología Nacional Periodo 1941-1979. México.
- SPP, 1980. Sintesis Geográfica de Nuevo León. México con anexos cartográficos.

APENDICE

Cuadro 1 A. Temperaturas óptimas de adaptación para los diferentes cultivos, con su oscilación y duración del ciclo vegetativo propuesto por Doormenbos y Kassam (1979).

Cultivo	Temperaturas óptimas (°C) (oscilación)	Duración del ciclo vegetativo (días)
Sorgo	24 a 30 (15-35)	100 - 140
Maíz	24 a 30 (15-35)	100 - 140
Trigo	15 a 20 (10-25)	100-130 (prim.) 180-250 (Inv.)
Cebada	15 a 20 (10-25)	100 - 150
Papa	15 a 20 (10-25)	100 - 150
Frijol	15 a 20 (10-27)	60-90 (prim.) 90-120(Inv.)
Soya	20 a 25 (18-30)	100 - 130

Cuadro 2 A. Calificaciones e intervalos de temperatura asignada por Neild y Boshell (1976) para el cultivo de piña en Colombia.

Calificaciones de la temperatura media máxima mensual			Calificación de la temperatura media mínima mensual		
Intervalos de temperatura máxima (°C)	Calificación	Intervalos	Intervalos de temperatura mínima (°C)	Calificación	Intervalos
> ó = 38	0 (b)		> ó = 24	0 (b)	
36 - 37.9	1	2	23 - 23.9	1	1
34 - 35.9	2	2	22 - 22.9	3	1
32 - 33.9	4	2	21 - 21.9	4	2
29 - 31.9	5 (a)	3	19 - 20.9	5 (a)	1
27 - 28.9	4	2	18 - 18.9	4	1
24 - 26.9	3	3	17 - 17.9	3	1
21 - 23.9	2	3	14 - 16.9	2	3
18 - 20.9	1	3	< 14	1	
< 18-0	0 (b)				

(a) = Calificación más alta

(b) = Calificación más baja

Cuadro 3 A. Generación de los índices térmicos para los cultivos de sorgo, maíz, trigo, frijol por el método de Neild y Boshell (1976), realizado por García (1988).

Índice Térmico para Maíz y Sorgo

Temperatura Máxima (°C)	Calificación	Temperatura Mínima (°C)	Calificación
> ó = 43	0	> ó = 19	0
41 - 42.9	1	18 - 18.9	1
39 - 40.9	2	17 - 17.9	3
37 - 38.9	4	16 - 16.9	4
34 - 36.9	5	14 - 15.9	5
32 - 33.9	4	13 - 13.9	4
29 - 31.9	3	12 - 12.9	3
26 - 28.9	2	9 - 11.9	2
23 - 25.9	1	< 9.0	1
< 23.0	0		

Índice Térmico para Trigo

Temperatura Máxima (°C)	Calificación	Temperatura Mínima (°C)	Calificación
> ó = 33	0	> ó = 14	0
31 - 32.9	1	13 - 13.9	1
29 - 32.9	2	12 - 12.9	3
27 - 28.9	4	11 - 11.9	4
24 - 26.9	5	9 - 10.9	5
22 - 23.9	4	8 - 8.9	4
19 - 21.9	3	7 - 7.9	3
16 - 18.9	2	4 - 6.9	2
13 - 15.9	1	< 4.0	1
< 13.0	0		

Índice Térmico para el Frijol

Temperatura Máxima (°C)	Calificación	Temperatura Mínima (°C)	Calificación
> ó = 35	0	> ó = 14	0
33 - 34.9	1	13 - 13.9	1
31 - 32.9	2	12 - 12.9	3
29 - 30.9	4	11 - 11.9	4
26 - 28.9	5	9 - 10.9	5
24 - 25.9	4	8 - 8.9	4
21 - 23.9	3	7 - 7.9	3
18 - 20.9	2	4 - 6.9	2
15 - 17.9	1	< 4.0	1
< 15.0	0		

Cuadro 4A. Eficiencia termica potencial y fecha de siembra para los cultivos en estudio en el Estado de Nuevo Leon.

	ESTACION: CADEREYTA			TEMPERATURAS REGISTRADAS				AGOSTO	Mpio.: CADEREYTA			CENTRO DIC	ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO		SEPT	OCTUBRE	NOVIE		
I MAX:	20.8	24.2	27.2	31.6	33.3	35.3	37	36.7	33.2	29	24	21.9	
T MIN:	6.8	9	11.7	16.7	20	22	22.5	22.4	20.8	16.9	11.7	8.3	
CAM4M	1	2	[4	7	4	5]	4	5	4	7	3	1	50
CAM5M	1	3	[4	8	5	5]	4	4	5	6	3	4	48
CAT5M	5	9	[8	1	0	0	0	0	0	2	[0	8	78
CACE4M	5	9]	8	1	0	0	0	0	0	2	[9	8	77.5
CAP4M	5	9]	8	1	0	0	0	0	0	2	[9	8	77.5
CAF3M	[4	8	9]	2	0	0	0	0	0	4	[8	7	70
CAS4M	2	4	5	8	6	1	[0	1	5	9]	3	3	37.5

	ESTACION: DR. ARROYO			TEMPERATURAS REGISTRADAS				AGOSTO	Mpio: DR. ARROYO			SUR DIC	ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO		SEPT	OCTUBRE	NOVIE		
I MAX:	22.6	26.1	28.7	30.4	30.7	30.5	30.4	30.2	28.7	26.4	24.9	23.2	
T MIN:	5.8	7.6	9.1	11.3	13.2	14.3	14.3	14.4	13.4	11.2	8.4	6.3	
CAM4M	1	3	4	5	[7	8	8	8]	6	4	2	2	77.5
CAM5M	1	3	4	5	[7	8	8	8]	6	4	2	2	74
CAT5M	6	7]	7	5	2	1	1	1	3	[8	9	7	74
CACE4M	6]	7	7	5	2	1	1	1	3	[8	9	7	75
CAP4M	6]	7	7	5	2	1	1	1	3	[8	9	7	75
CAF3M	5	8	4	6	3	2	[7	2	5	[9	8	6]	76
CAS4M	3	5	6	6	7	7	[7	7	7	5]	4	3	65

	ESTACION: EL CUCHILLO			TEMPERATURAS REGISTRADAS				AGOSTO	Mpio: CHINA			NORET DIC	ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO		SEPT	OCTUBRE	NOVIE		
I MAX:	20.7	23.3	27.5	32.1	34.4	36.4	37.7	37.3	33.8	29.8	24.7	21.6	
T MIN:	7.6	9.8	13.2	90	21.5	23.4	23.8	23.7	22.3	18.1	12.5	8.8	
CAM4M	1	3	[6	5	5	4]	4	4	5	4	4	1	50
CAM5M	1	3	[6	5	5	4]	4	4	5	4	4	1	48
CAT5M	6	10]	5]	0	0	0	0	0	0	2	[8	8	74
CACE4M	6	10]	5]	0	0	0	0	0	0	2	[8	8	80
CAP4M	6	10]	5]	0	0	0	0	0	0	2	[8	8	80
CAF3M	[5	9]	6]	1	0	0	0	0	1	4	7	7	66.6
CAS4M	2	3	6	9	3	1	[0	0	2	10]	5	3	30

	ESTACION: GALEANA			TEMPERATURAS REGISTRADAS				AGOSTO	Mpio: GALEANA			SUR DIC	ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO		SEPT	OCTUBRE	NOVIE		
I MAX:	23.6	24.6	26.5	27	29	29.7	26.7	28.4	26.8	25.3	24.9	24.4	
T MIN:	6.1	7.6	8.8	11.2	13.1	14.1	13.9	13.9	13.1	11.3	8.5	6.9	
CAM4M	2	2	3	4	[6	8	6	6]	6	3	2	2	65
CAM5M	2	2	3	4	[6	8	6	6]	6	3	2	2	64
CAT5M	7	8]	8	8	3	2	5	3	5	[9	9	7	80
CACE4M	7]	8	8	8	3	2	5	3	5	[9	9	7	82
CAP4M	7]	8	8	8	3	2	5	3	5	[9	9	7	82
CAF3M	6	[7	9]	9]	5	4	6	5	6	[9	8	6	83.3
CAS4M	3	4	5	5	7	7	[6	7	6	4]	4	4	57.5

Cuadro 4A (Continuación)

ESTACION: LAS ENRAMADAS

	TEMPERATURAS REGISTRADAS												ETP. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	Mpio: SEPT	OCTUBRE	NOVIE	NORTE DIC	
T MAX:	20.9	23.9	27.8	32.6	34.6	36.5	37.2	37.4	33.7	29.8	24.7	21.7	
T MIN:	7.1	9.3	12.1	16.9	20.3	22.5	22.6	22.6	21.3	17.4	11.5	8.6	
CAM4M	1	3	[5	8	5	4]	4	4	5	6	3	1	55
CAM5M	1	3	[5	8	5	4]	4	4	5	6	3	1	52
CAT5M	6	10	7]	0	0	4	0	0	0	2	[9	8	80
CACE4M	6	10]	7	0	0	4	0	0	0	2	[9	8	82.5
CAP4M	6	10]	7	0	0	4	0	0	0	2	[9	8	82.5
CAF3M	[5	9	8]	1	0	0	0	0	1	4	8	7	73.3
CAS4M	2	3	6	8	5	1	[0	0	3	10]	4	3	32.5

ESTACION: LAMPAZOS

	TEMPERATURAS REGISTRADAS												ETP. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	Mpio: SEPT	OCTUBRE	NOVIE	NORTE DIC	
T MAX:	19.7	22.7	26.9	32.5	35.3	38.1	38.8	38.4	34.7	31.2	25.2	21.2	
T MIN:	6.9	8.7	11.9	17.5	21	23.8	24.5	24.1	21.7	17.1	11.6	8.6	
CAM4M	1	1	[4	7	5	2]	2	2	5	7	3	1	45
CAM5M	1	1	[4	7	5	2]	2	2	5	7	3	1	40
CAT5M	5	8	8]	0	0	0	0	0	0	1	[9	8	76
CACE4M	5	8]	8	0	0	0	0	0	0	1	[9	8	75
CAP4M	5	8]	8	0	0	0	0	0	0	1	[9	8	75
CAF3M	[4	7	9]	1	0	0	0	0	0	2	9	7	66.6
CAS4M	2	3	5	4	4	0	[0	0	3	9]	4	3	30

ESTACION: LINARES

	TEMPERATURAS REGISTRADAS												ETP. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	Mpio: SEPT	OCTUBRE	NOVIE	CENTRO DIC	
T MAX:	20.6	23.7	26.8	31.4	32.9	34.4	35.8	36.1	32.8	28.8	25.3	22.1	
T MIN:	8	9.7	12	17.1	19.2	20.7	21.2	21.4	19.7	16.8	12.7	9	
CAM4M	1	3	[4	7	4	5]	5	4	4	6	4	2	52.5
CAM5M	1	3	[4	7	4	5]	5	4	4	6	4	2	50
CAT5M	6	10	8]	1	0	0	0	0	0	2	[8	8	80
CACE4M	6	10]	8	1	0	0	0	0	0	2	[8	8	80
CAP4M	6	10]	8	1	0	0	0	0	0	2	[8	8	80
CAF3M	[5	9	9]	2	1	0	0	0	1	4	8	7	76.6
CAS4M	2	3	6	9	8	5	[2	2	8	9]	5	3	52.5

ESTACION: LOS HERRERA

	TEMPERATURAS REGISTRADAS												ETP. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	Mpio: SEPT	OCTUBRE	NOVIE	NORTE DIC	
T MAX:	20.6	23.5	27.7	32.2	34.3	37	37.8	37	34	29.8	25.2	21.5	
T MIN:	6.7	9.3	12.6	17.3	20.9	23.3	23.6	23.6	22.1	17.3	11.8	8.3	
CAM4M	1	3	[5	7	5	4]	4	4	5	6	3	1	52.5
CAM5M	1	3	[5	7	5	4]	4	4	5	6	3	1	50
CAT5M	5	10	7]	0	0	0	0	0	0	2	[9	8	78
CACE4M	5	10]	7	0	0	0	0	0	0	2	[9	8	80
CAP4M	5	10]	7	0	0	0	0	0	0	2	[9	8	80
CAF3M	[4	9	8]	1	0	0	0	0	0	0	0	6	70
CAS4M	2	3	6	9	5	0	[0	0	2	10]	4	3	30

Cuadro 4A (Continuación)
ESTACION: MIER Y NORIEGA

	ESTACION: MIER Y NORIEGA			TEMPERATURAS REGISTRADAS					Mpio: MIER Y NORIEGA SUR				ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCTUBRE	NOVIE	DIC	
T MAX:	20.7	23	26.8	31.7	32.5	32	30.8	30.4	29	26.8	24.8	20.9	
T MIN:	5.4 5.	6.2	8.6	12.2	14.3	14.9	14.3	14.2	13.9	11.6	8.8	6.9	
CAM4M	1	2	3	7	[9	9	8	8]	6	4	2	1	85
CAM5M	1	2	3	[7	9	9	8	8]	6	4	2	1	82
CAT5M	5	[6	8	4	0	0	1	1	3	[8	9	5	66
CACE4M	5]	6	8	4	0	0	1	1	3	[8	9	5	67.5
CAP4M	5]	6	8	4	0	0	1	1	3	[8	9	5	67.5
CAF3M	4	5	9	5	1	2	2	2	5	[9	8	4]	70
CAS4M	2	3	5	6	6	6	[7	7	7	5]	4	2	65

ESTACION: MONTEMORELOS

	ESTACION: MONTEMORELOS			TEMPERATURAS REGISTRADAS					Mpio: MONTEMORELOS CENTRO				ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCTUBRE	NOVIE	DIC	
T MAX:	21.3	23.8	26.9	31.2	32.8	35.1	36.7	36.4	32.5	28.5	24.6	22	
T MIN:	6.1	8.4	11.5	16.3	19.5	21.7	21.9	21.7	20.1	16.2	11	7.6	
CAM4M	1	2	[4	8	4	5]	4	4	4	6	3	1	52.5
CAM5M	1	2	[4	8	4	5]	4	4	4	6	3	1	50
CAT5M	6	9	[8]	1	0	0	0	0	0	2	[10	7	80
CACE4M	6	9]	8	1	0	0	0	0	0	2	[10	7	80
CAP4M	6	9]	8	1	0	0	0	0	0	2	[10	7	80
CAF3M	[5	8	9]	2	1	0	0	0	1	4	[9	6	73.3
CAS4M	3	3	5	8	8	2	2	2	7	9	9	3	50

ESTACION: RAYONES

	ESTACION: RAYONES			TEMPERATURAS REGISTRADAS					Mpio: RAYONES CENTRO				ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCTUBRE	NOVIE	DIC	
T MAX:	19.6	22.1	24.9	28.7	28.7	29.9	29.6	29.2	28	25.7	24.5	19.5	
T MIN:	8.4	10.8	14.7	18.7	18.6	19.8	19.9	19.5	17.7	16.6	13.4	8	
CAM4M	1	2	6	3	3	3	3	[3	5	5	5]	1	45
CAM5M	1	2	6	3	3	3	[3	5	5	5]	1	1	42
CAT5M	7	9	5]	2	2	2	2	2	4	5	[6	6	66
CACE4M	7	9]	5	2	2	2	2	2	4	5	[6	6	70
CAP4M	7	9]	5	2	2	2	2	2	4	5	[6	6	70
CAF3M	[6	8	4]	4	4	4	4	4	5	5	5	5	60
CAS4M	2	3	5	10	10	9	[9	9	9	7]	5	2	70

ESTACION: VALLECILLOS

	ESTACION: VALLECILLOS			TEMPERATURAS REGISTRADAS					Mpio: VALLECILLOS NORTE				ETp. %
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCTUBRE	NOVIE	DIC	
T MAX:	19.5	22.6	27.5	32.2	34.1	36.3	38.1	38.5	33.9	29.4	25	20.9	
T MIN:	7	9.2	12.4	17.7	20.4	22.8	24.1	23.2	21.6	17	12.5	8.6	
CAM4M	1	2	[5	7	5	4]	2	2	5	7	4	1	52.5
CAM5M	1	2	[5	7	5	4]	2	2	5	7	4	1	46
CAT5M	5	9	[7]	0	0	0	0	0	0	2	[8	7	72
CACE4M	5	9]	7	0	0	0	0	0	0	2	[8	7	72.5
CAP4M	5	9]	7	0	0	0	0	0	0	2	[8	7	72.5
CAF3M	[4	8	8]	1	0	0	0	0	1	4	7	6	66.6
CAS4M	2	3	6	9	5	1	[0	5	3	9]	2	2	56.6

Cuadro 4a (Continuación)

	ESTACION: SALINILLAS											ETP. %	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	Mpio: SEPT	OCTUBRE	NOVIE		NORTE DIC
T MAX:	19.8	22.5	26.6	31.7	34	36.5	37.9	37.5	34.3	30.2	24.7	21	
T MIN:	5.7	8.1	11.4	16.9	20.5	23.2	23.8	23.9	21.5	16.6	10.5	6.8	
CAM4M	1	1	[4	8	5	4]	4	4	5	7	3	1	52.5
CAM5M	1	1	[4	8	5	4]	4	5	5	7	3	1	50
CAT5M	5	8	[8]	1	0	0	0	0	0	1	[10	5	72
CACE4M	5	8]	8	1	0	0	0	0	0	1	[10	5	70
CAP4M	5	8]	8	1	0	0	0	0	0	1	[10	5	70
CAF3M	[4	7	9]	2	0	0	0	0	0	2	9	4	66.6
CAS4M	6	3	5	8	5	1	[0	0	3	9]	4	2	30

	ESTACION: SANTA CATARINA											ETP. %	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	Mpio: SEPT	SANTA CATARINA OCTUBRE	NOVIE		NORTE DIC
T MAX:	16.7	19	23.8	28.3	30.2	31.6	32.2	32.3	28.8	24.9	21.2	17.4	
T MIN:	6.7	8.1	11.1	16.7	19.2	21.8	22.7	22.2	20.4	15.6	10.8	7.3	
CAM4M	1	1	3	[6	3	4	4]	4	2	6	2	1	42.5
CAM5M	1	1	3]	[6	3	4	4]	4]	2	6	2	1	42
CAT5M	4	6	[9]	2	1	1	0	0	0	5	[9	5	82.5
CACE4M	4	6]	9	2	1	1	0	0	0	5	[9	5	60
CAP4M	4	6]	9	2	1	1	0	0	0	5	[9	5	60
CAF3M	3	[6	8	4]	2	2	1	1	4	4	8	4	60
CAS4M	1	2	3	9	9	5	[4	4	8	6]	3	1	55

	ESTACION: TOPO CHICO											ETP. %	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	Mpio: SEPT	MONTERREY OCTUBRE	NOVIE		NORTE DIC
T MAX:	20.1	21.9	25.7	29.1	32.5	34.7	34.9	33.9	31.4	29.8	26.6	22.7	
T MIN:	8.6	10.3	13.3	17.1	19.9	20.4	21.1	21.6	20.1	17.4	12.4	10.6	
CAM4M	1	2	[5	6	4	5]	5	5	4	6	5	2	50
CAM5M	1	2	[5	6	4	5]	5	5	4	6	5	2	50
CAT5M	7	9	[6]	2	0	0	0	0	1	2	[7	9	82
CACE4M	7	9]	6	2	0	0	0	0	1	2	[7	9	80
CAP4M	7	9]	6	2	0	0	0	0	1	2	[7	9	80
CAF3M	6	8	5	4	1	0	0	1	2	[4	8	8]	66.6
CAS4M	2	3	5	10	8	5	[3	3	7	10]	6	3	57.5

Cuadro 5 A. Análisis de la eficiencia térmica de los cultivos de maíz, trigo, cebada, papa y soya con la temperatura media anual del Estado de Nuevo León.

EFICIENCIA TERMICA POTENCIAL DE LOS CULTIVOS (%)								
Estaciones	TMA	M4M	M5M	T5M	C4M	P4M	F3M	So4M
Cadereyta	22.6	50	48	78	77.5	77.5	70	37.5
Dr. Arroyo	19.2	77.5	74	74	75	75	76	65
El Cuchillo	23.4	50	48	74	80	80	66.6	30
Galeana	18.6	65	64	80	80	80	83.3	57.5
Las Enramadas	23	55	52	80	82.5	82.5	73.3	32.5
Lampasos	23.3	45	40	76	75	75	66.6	30
Linares	22.4	52.5	50	80	80	80	76.6	52.5
Los Herrera	23.2	52.5	50	78	80	80	70	30
Mier y N.	19.1	85	82	66	67.5	67.5	70	65
Montemorelos	22.2	52.5	50	80	80	80	73.3	50
Rayones	20.6	45	42	66	70	70	60	70
Vallecillo	23	52.5	46	72	72.5	72.5	66.6	56.6
Salinillas	22.7	52.5	50	72	70	70	66.6	30
Sta. Catarina	20.3	42.5	42	82.5	60	60	60	55
Topo Chico	22.3	50	50	82	80	80	66.6	57.5

M4M = Maíz de cuatro meses.

M5M = Maíz de cinco meses.

T5M = Trigo de cinco meses.

C4M = Cebada de cuatro meses.

P4M = Papa de cuatro meses.

F3M = Frijol de tres meses.

So4M = Soya de cuatro meses.

TMA = Temperatura media anual en (°C).

Cuadro 6 A . Eficiencia térmicas calculadas a partir de las temperaturas medias anuales mediante ecuaciones estadísticas y zonificación del Estado por medio de la Eficiencia térmica.

Eficiencia Térmica de Maíz de cuatro meses

$$TMA \quad ETM4M = 6.315(TMA) - 0.1757 (TMA)^2$$

12	ETM4M = 50.47 %	Calificación por clima: Regular en todo el Estado
14	ETM4M = 53.97 %	
16	ETM4M = 56.06 %	
18	ETM4M = 56.74 %	
20	ETM4M = 56.02 %	
22	ETM4M = 53.89 %	
24	ETM4M = 50.35 %	

Eficiencia Térmica de Maíz de cinco meses

$$TMA \quad ETM5M = 6.427(TMA) - 0.1861 (TMA)^2$$

12	ETM5M = 50.32 %	Calificación por clima: Regular en todo el Estado
14	ETM5M = 53.50 %	
16	ETM5M = 55.19 %	
18	ETM5M = 55.38 %	
20	ETM5M = 54.10 %	
22	ETM5M = 51.32 %	
24	ETM5M = 47.05 %	

Eficiencia Térmica de Trigo de cinco meses.

$$TMA \quad ETT5M = 6.9327(TMA) - 0.1549 (TMA)^2$$

12	ETT5M = 60.88 %	Calificación por clima: Alta para todo el Estado.
14	ETT5M = 66.69 %	
16	ETT5M = 71.26 %	
18	ETT5M = 74.60 %	
20	ETT5M = 76.69 %	
22	ETT5M = 77.54 %	
24	ETT5M = 77.16 %	

Eficiencia Térmica de cebada y papa de cuatro meses.

$$TMA \quad ETCP4M = 5.7049(TMA) - 0.1017 (TMA)^2$$

12	ETCP4M = 53.81 %	Calificación por clima: Alta con rangos de 60 a 70 % Regular con rangos de 50 a 60 %
14	ETCP4M = 59.93 %	
16	ETCP4M = 65.24 %	
18	ETCP4M = 69.73 %	
20	ETCP4M = 73.41 %	
22	ETCP4M = 76.28 %	
24	ETCP4M = 78.33 %	

Cuadro 6 A. (continuación)

Eficiencia térmica de frijol de tres meses.
 TMA $ETF3M = 7.848137(TMA) - 0.21264(TMA)^2$

12	ETF3M = 63.55 %
14	ETF3M = 68.19 %
16	ETF3M = 71.13 %
18	ETF3M = 72.37 %
20	ETF3M = 71.90 %
22	ETF3M = 69.74 %
24	ETF3M = 65.87 %

Calificación por clima:
 Alto para todo el Estado.

Eficiencia térmica de soya de cuatro meses.
 TMA $ETSo4M = 9.103687(TMA) - 0.316272(TMA)^2$

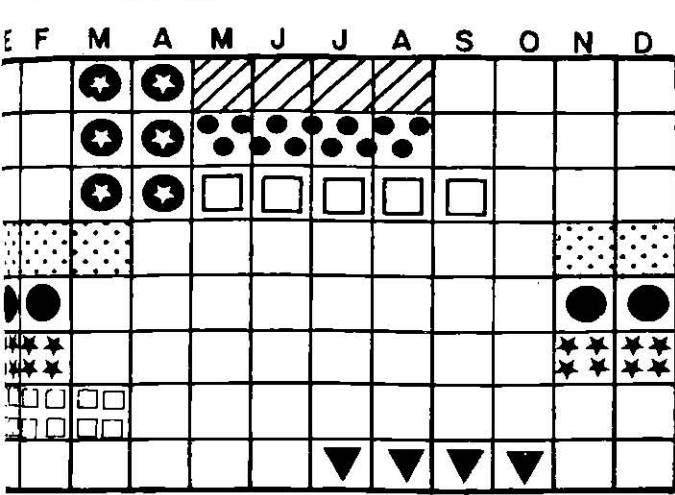
12	ETSo4M = 63.70 %
14	ETSo4M = 65.46 %
16	ETSo4M = 64.69 %
18	ETSo4M = 61.39 %
20	ETSo4M = 55.56 %
22	ETSo4M = 47.20 %
24	ETSo4M = 36.31 %

Calificación por clima:
 Alta con rangos de 60 a 70 %
 Regular con rangos de 50 a 60%
 Mala con rangos menores a 50%

SIMBOLOGIA

- /// S: SORGO
- M: MAIZ 4 Meses
- M: MAIZ 5 Meses
- ⋯ T: TRIGO
- C: CEBADA
- ★ P: PAPA
- F: FRIJOL
- ▼ Sy: SOYA

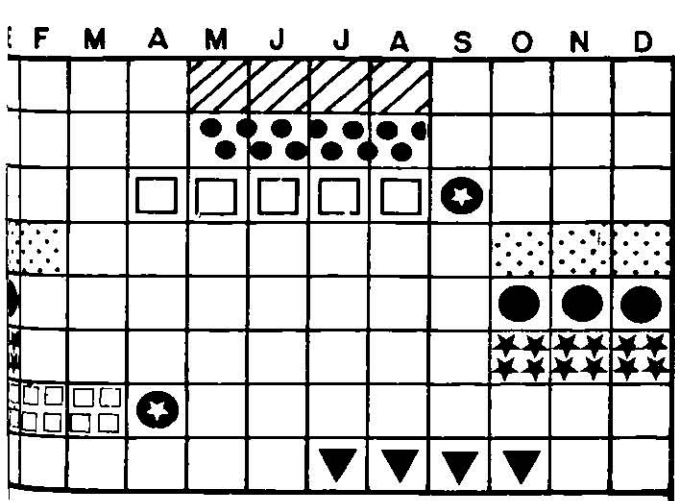
EL GUCHILLO



	Cult.	ETp. (%)	ETc. (%)
S	50	42.5	
M	50	42.5	
M	48	44	
T	74		
C	80		
P	80		
F	66.6		
Sy	30		

	ETp. (%)	ETc. (%)
S-T		$= (42.5 + 74) / 2 = 58.2$
S-C		$= (42.5 + 80) / 2 = 61.2$
S-P		$= (42.5 + 80) / 2 = 61.2$
S-F		$= (42.5 + 66.6) / 2 = 54.5$
M-T		$= (44 + 74) / 2 = 59.0$
M-C		$= (44 + 80) / 2 = 62.0$
M-P		$= (44 + 80) / 2 = 62.0$
M-F		$= (44 + 66.6) / 2 = 55.0$

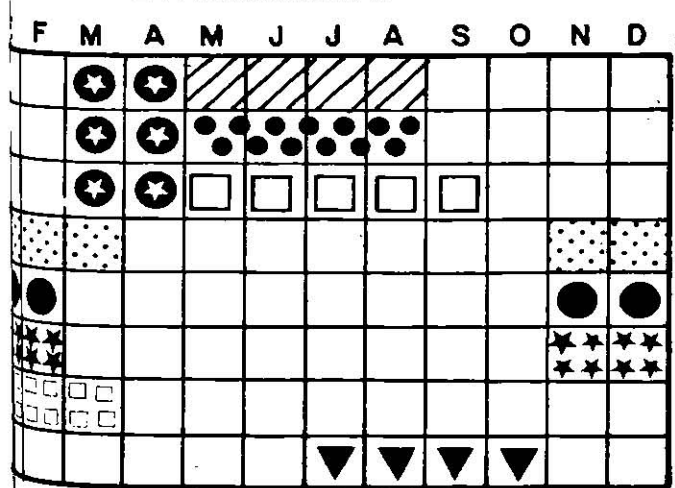
GALEANA



	Cult.	ETp. (%)	ETc. (%)
S	65	65	
M	65	65	
M	64	60	
T	80		
C	80		
P	80		
F	83.3		
Sy	57.5		

	ETp. (%)	ETc. (%)
S-T		$= (65 + 80) / 2 = 72.5$
S-C		$= (65 + 80) / 2 = 72.5$
S-P		$= (65 + 80) / 2 = 72.5$
S-F		$= (65 + 83.3) / 2 = 74.1$
M-T		$= (60 + 80) / 2 = 70.0$
M-C		$= (60 + 80) / 2 = 70.0$
M-P		$= (60 + 80) / 2 = 70.0$
M-F		$= (60 + 83.3) / 2 = 71.6$

LAS ENRAMADAS



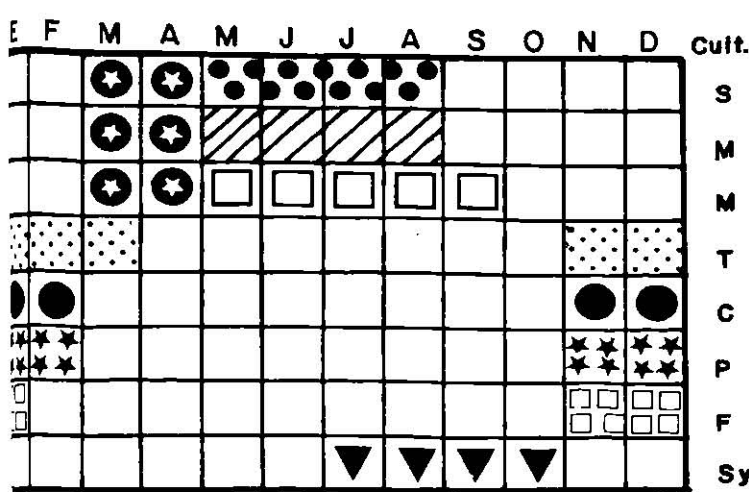
	Cult.	ETp. (%)	ETc. (%)
S	55	42.5	
M	55	42.5	
M	52	44	
T	80		
C	82.5		
P	82.5		
F	73.3		
Sy	32.5		

	ETp. (%)	ETc. (%)
S-T		$= (42.5 + 80) / 2 = 61.2$
S-C		$= (42.5 + 82.5) / 2 = 62.5$
S-P		$= (42.5 + 82.5) / 2 = 62.5$
S-F		$= (42.5 + 73.3) / 2 = 57.9$
M-T		$= (44 + 80) / 2 = 62.0$
M-C		$= (44 + 82.5) / 2 = 63.2$
M-P		$= (44 + 82.5) / 2 = 63.2$
M-F		$= (44 + 73.3) / 2 = 58.6$

★ MES DESFAZADO

FIGURA IA. MESES MAS PROPICIOS PARA LA SIEMBRA DE LOS CULTIVOS.

LAMPASOS



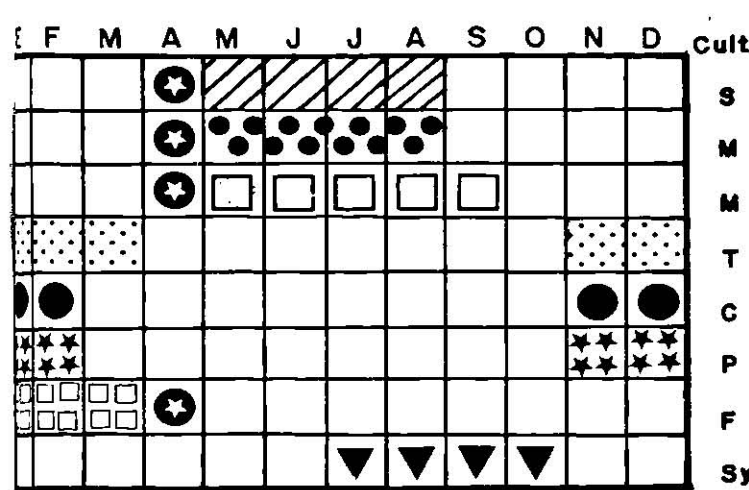
(%)
Cult. ETP. ETC.

S	45	27.5
M	45	27.5
M	40	32
T	76	
C	75	
P	75	
F	66.6	
Sy	30	

(%)

S-T	$= (27.5 + 76) / 2 = 51.7$
S-C	$= (27.5 + 75) / 2 = 51.2$
S-P	$= (27.5 + 75) / 2 = 51.2$
S-F	$= (27.5 + 66.6) / 2 = 47.0$
M-T	$= (32 + 76) / 2 = 54.0$
M-C	$= (32 + 75) / 2 = 53.5$
M-P	$= (32 + 75) / 2 = 53.5$
M-F	$= (32 + 66.6) / 2 = 49.3$

SANTA CATARINA



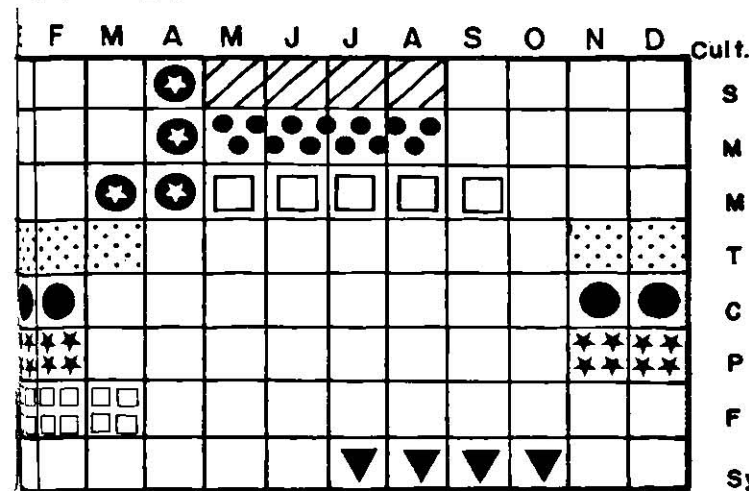
(%)
Cult. ETP. ETC.

S	42.5	37.5
M	42.5	37.5
M	42	34
T	82.5	
C	60	
P	60	
F	60	
Sy	55	

(%)

S-T	$= (37.5 + 82.5) / 2 = 60.0$
S-C	$= (37.5 + 60) / 2 = 48.7$
S-P	$= (37.5 + 60) / 2 = 48.7$
S-F	$= (37.5 + 60) / 2 = 48.7$
M-T	$= (34 + 82.5) / 2 = 58.2$
M-C	$= (34 + 60) / 2 = 47.0$
M-P	$= (34 + 60) / 2 = 47.0$
M-F	$= (34 + 60) / 2 = 47.0$

LINARES



(%)
Cult. ETP. ETC.

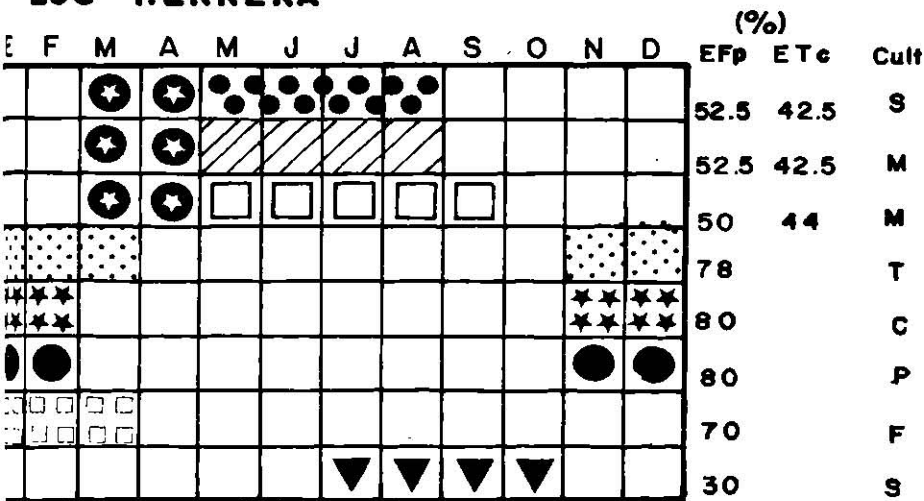
S	52.5	45
M	52.5	45
M	50	44
T	80	
C	80	
P	80	
F	75.6	
Sy	52.5	

(%)

S-T	$= (45 + 80) / 2 = 62.5$
S-C	$= (45 + 80) / 2 = 62.5$
S-P	$= (45 + 80) / 2 = 62.5$
S-F	$= (45 + 76.6) / 2 = 60.8$
M-T	$= (44 + 80) / 2 = 62.0$
M-C	$= (44 + 80) / 2 = 62.0$
M-P	$= (44 + 80) / 2 = 62.0$
M-F	$= (44 + 76.6) / 2 = 60.3$

FIG. 1A. (Continuacion)

LOS HERRERA



(%)

S-T = (42.5 + 78) / 2 = 60.2

S-C = (42.5 + 80) / 2 = 61.2

S-F = (42.5 + 80) / 2 = 61.2

S-P = (42.5 + 70) / 2 = 51.2

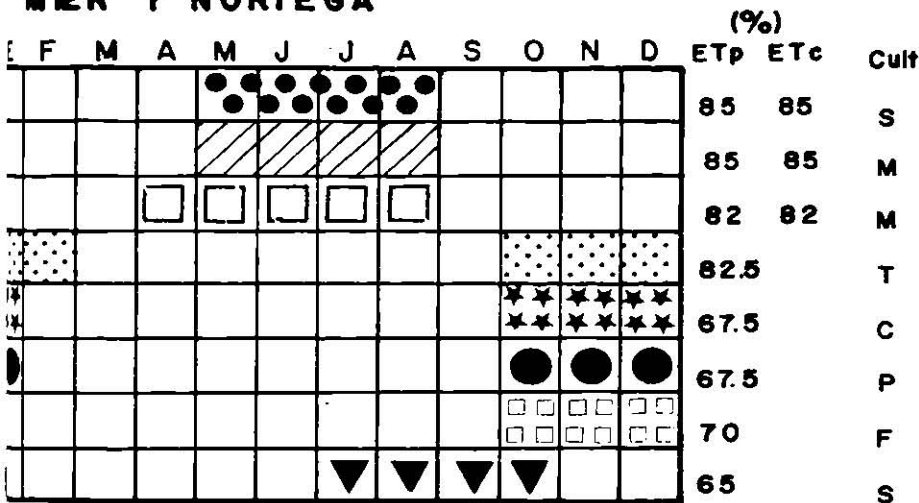
M-T = (44 + 78) / 2 = 61.0

M-C = (44 + 80) / 2 = 62.0

M-P = (44 + 80) / 2 = 62.0

M-F = (44 + 70) / 2 = 51.2

MIER Y NORIEGA



(%)

S-T = (85 + 66) / 2 = 75.5

S-C = (85 + 67.5) / 2 = 76.2

S-P = (85 + 67.5) / 2 = 76.2

S-F = (85 + 70) / 2 = 77.5

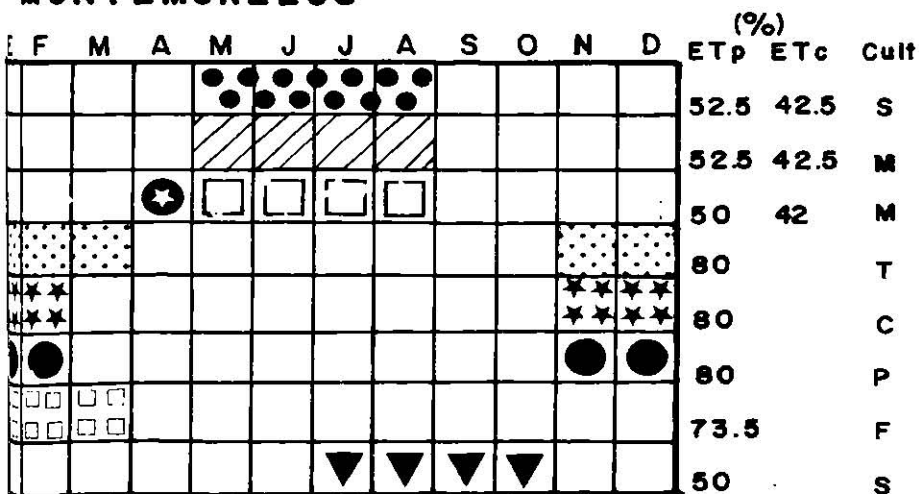
M-T = (82 + 66) / 2 = 74.0

M-C = (82 + 67.5) / 2 = 76.2

M-P = (82 + 67.5) / 2 = 76.2

M-F = (82 + 70) / 2 = 77.5

MONTEMORELOS



(%)

S-T = (42.5 + 80) / 2 = 61.2

S-C = (42.5 + 80) / 2 = 61.2

S-P = (42.5 + 80) / 2 = 61.2

S-F = (42.5 + 73.3) / 2 = 57.9

M-T = (42 + 80) / 2 = 61.0

M-C = (42 + 80) / 2 = 61.0

M-P = (42 + 80) / 2 = 61.0

M-F = (42 + 73.3) / 2 = 57.6

FIG. 1A. (Continuacion)

RAYONES

	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cult	ETp	ETc
S					▨	▨	▨	▨	★	★		45	35	
M					●	●	●	●	●	●		45	35	
M				□	□	□	□	□	□	□		42	34	
T	◐	◐									◐	66		
C	★	★									★	70		
P	●										●	70		
F	□	□	□									60		
Sy					▼	▼	▼	▼				70		

	ETp	ETc
S-T	$\frac{(35 + 66)}{2}$	$\frac{(35 + 66)}{2} = 50.5$
S-C	$\frac{(35 + 70)}{2}$	$\frac{(35 + 70)}{2} = 52.5$
S-P	$\frac{(35 + 70)}{2}$	$\frac{(35 + 70)}{2} = 52.5$
S-F	$\frac{(35 + 60)}{2}$	$\frac{(35 + 60)}{2} = 47.5$
M-T	$\frac{(34 + 66)}{2}$	$\frac{(34 + 66)}{2} = 50.0$
M-C	$\frac{(34 + 70)}{2}$	$\frac{(34 + 70)}{2} = 52.0$
M-P	$\frac{(34 + 70)}{2}$	$\frac{(34 + 70)}{2} = 52.0$
M-F	$\frac{(34 + 60)}{2}$	$\frac{(34 + 60)}{2} = 47.0$

VALLEGILLO

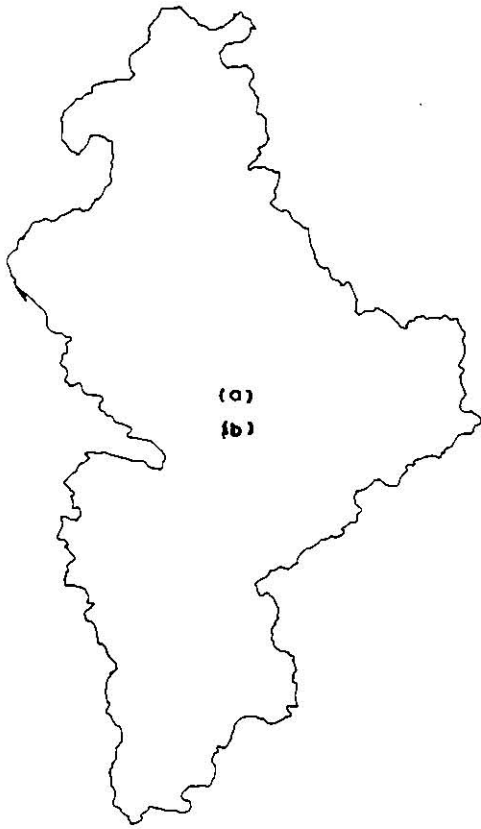
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cult	ETp	ETc
S	★	★	▨	▨	▨	▨	▨					52.5	32.5	
M	★	★	●	●	●	●	●					52.5	32.5	
M	★	★	□	□	□	□	□					46	36	
T	◐	◐									◐	72		
C	★	★									★	72.5		
P	●										●	72.5		
F	□	□	□									66.6		
Sy					▼	▼	▼	▼				56.6		

	ETp	ETc
S-T	$\frac{(32.5 + 72)}{2}$	$\frac{(32.5 + 72)}{2} = 52.2$
S-C	$\frac{(32.5 + 72.5)}{2}$	$\frac{(32.5 + 72.5)}{2} = 52.5$
S-P	$\frac{(32.5 + 72.5)}{2}$	$\frac{(32.5 + 72.5)}{2} = 52.5$
S-F	$\frac{(32.5 + 66.6)}{2}$	$\frac{(32.5 + 66.6)}{2} = 49.5$
M-T	$\frac{(36 + 72)}{2}$	$\frac{(36 + 72)}{2} = 54.0$
M-C	$\frac{(36 + 72.5)}{2}$	$\frac{(36 + 72.5)}{2} = 54.2$
M-P	$\frac{(36 + 72.5)}{2}$	$\frac{(36 + 72.5)}{2} = 54.2$
M-F	$\frac{(36 + 66.6)}{2}$	$\frac{(36 + 66.6)}{2} = 51.3$

SALINILLAS

	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cult	ETp	ETc
S			★	▨	▨	▨	▨					52.5	42.5	
M			★	●	●	●	●					52.5	42.5	
M		★	★	□	□	□	□					50	44	
T	◐	◐									◐	72		
C	★	★									★	70		
P	●										●	70		
F	□	□	□									66.6		
Sy					▼	▼	▼	▼				80		

	ETp	ETc
S-T	$\frac{(42.5 + 72)}{2}$	$\frac{(42.5 + 72)}{2} = 57.2$
S-C	$\frac{(42.5 + 70)}{2}$	$\frac{(42.5 + 70)}{2} = 56.2$
S-P	$\frac{(42.5 + 70)}{2}$	$\frac{(42.5 + 70)}{2} = 56.2$
S-F	$\frac{(42.5 + 66.6)}{2}$	$\frac{(42.5 + 66.6)}{2} = 54.5$
M-T	$\frac{(44 + 72)}{2}$	$\frac{(44 + 72)}{2} = 58.0$
M-C	$\frac{(44 + 70)}{2}$	$\frac{(44 + 70)}{2} = 57.0$
M-P	$\frac{(44 + 70)}{2}$	$\frac{(44 + 70)}{2} = 57.0$
M-F	$\frac{(44 + 66.6)}{2}$	$\frac{(44 + 66.6)}{2} = 50.3$



CULTIVO	CLASIFICACION CLIMATICA
a) SORGO Y MAIZ	(A2)
b) TRIGO Y FRIJOL	(A1)
c) CEBADA, PAPA Y SOYA	(A1,A2)

A1. MUY APTA
A2. MARGINALMENTE APTA

FIGURA 2A. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE CULTIVOS INDIVIDUALES EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN.

