



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
CUAUTITLAN, MEXICO

## EFECTO DE ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES Y MANEJO SOBRE COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE CINCO VARIEDADES DE MAIZ

GERARDO BALDERAS PALACIOS

T E S I S

Presentada como requisito parcial  
para obtener el Título de:  
INGENIERO AGRICOLA  
Especialista en Agroecosistemas

Director de Tesis: M.C. JULIAN BARRERA SANCHEZ

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE APENDICE	v
RESUMEN	vi
I. - INTRODUCCION	1
II. - REVISION DE LITERATURA	3
2.1. RELACION PLANTA-FACTOR	3
2.1.1. Relaciones intraplanta	3
2.1.2. Relación planta-medio ambiente	6
2.1.3. Relación planta-suelo	8
2.1.4. Relación planta-clima	10
2.1.5. Relación planta-manejo	13
2.2. SISTEMAS DE PRODUCCION	14
2.3. TECNICAS ESPECIALES DE ESTADISTICA Y COMPUTACION	17

	Pág.
III. HIPOTESIS Y SUPUESTOS	18
IV. MATERIALES Y METODOS	19
4.1. CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS EXPERI - MENTALES	19
4.1.1. Localización de los experimentos	19
4.1.2. Características del clima	19
4.1.3. Características de los suelos	23
4.2. ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LOS SUELOS DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES	25
4.2.1. Muestreo de suelos	25
4.2.2. Procedimiento de laboratorio	25
4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	27
4.3.1. Diseño Experimental	27
4.4. OPERACIONES DE CAMPO	28
4.4.1. Preparación del terreno	28
4.4.2. Siembra	28
4.4.3. Fertilización	31
4.4.4. Plagas	32
4.4.5. Malezas	32
4.4.6. Enfermedades	32
4.4.7. Cosecha	33

	Pág.
4.5. VARIABLES OBSERVADAS	33
4.6. ANALISIS ESTADISTICO	34
V. RESULTADOS	35
5.1. ANALISIS DE VARIANZA POR LOCALIDADES	37
5.1.1. Rendimiento	37
5.1.2. Altura de planta	41
5.1.3. Altura de mazorca	44
5.1.4. Hileras por mazorca	47
5.1.5. Granos por hilera	51
5.2. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO	54
5.3. COEFICIENTES DE CORRELACION	58
5.4. OBTENCION DE LAS ECUACIONES DE REGRESION	59
VI. DISCUSION	
6.1. EFECTOS POR LOCALIDADES	64
6.1.1. Rendimiento	64
6.1.2. Altura de planta	68
6.1.3. Altura de mazorca	69
6.1.4. Número de hileras por mazorca	70
6.1.5. Número de granos por hilera	71

	Pág.
6.2. ANALISIS CONJUNTO ENTRE LOCALIDADES	72
6.2.1. Precipitación y Evaporación	76
6.3. COMPARACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE SITIO	76
6.4. OBTENCION DE LAS FUNCIONES DE RESPUES <u>TA</u>	81
6.4.1. Afectación de las variables de sitio en el rendimiento del grano	84
VII. - CONCLUSIONES	86
VIII. -BIBLIOGRAFIA	88
IX. - APENDICE	92

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Precipitación registrada en algunas estaciones de la región en estudio	24
2	Características agronómicas de las cinco variedades estudiadas	29
3	Tratamientos utilizados en cada uno de los agrosistemas. Ciclo Agrícola Primavera - Verano 1981.	30
3'	Variables empleadas en el estudio indicando su símbolo y codificación.	
4	Significancia de factores de variación al nivel del 5% (*) detectadas por el análisis de varianza para rendimiento en las ocho localidades. Ciclo Agrícola P-V 1981	37
5	Comparación del rendimiento medio (ton/ha) de los tratamientos de fertilización por localidades. Ciclo Agrícola P-V 1981	38
6	Comparación del rendimiento medio (ton/ha) de las variedades. Ciclo Agrícola P-V 1981	39
7	Comparación del rendimiento medio en la interacción fertilización por variedades, en la localidad de Compostela. P-V 1981	40
8	Significancia de factores de variación al nivel del 5% (*) detectadas por el análisis de varianza para la variable altura de planta, en las ocho localidades. P-V 1981	41
9	Media para la variable altura de planta (en metros) de tratamientos de fertilización. P-V 1981	42
10	Altura de planta en las variedades, dentro de las ocho localidades. P-V 1981	43
11	Significancia de factores de variación al nivel del 5% (*) detectadas por el análisis de varianza para la variable altura de mazorca, en	

Cuadro		Pág.
	las ocho localidades. P-V 1981	44
12	Media para la variable altura de mazorca (en metros) de los diferentes tratamientos de fertilización. P-V 1981	45
13	Altura de mazorca en las variedades, dentro de las ocho localidades P-V 1981	46
14	Significancia de factores de variación al nivel del 5% (*) detectadas por el análisis de varianza para la variable número de hileras por mazorca, en las ocho localidades. P-V 1981	47
15	Mediana para la variable número de hileras por mazorca en los tratamientos de fertilización. P-V 1981	48
16	Número de hileras por mazorca producidas en las variedades. P-V 1981	49
17	Número de hileras por mazorca en la interacción fertilización por variedad en la localidad de Rufz. P-V 1981	50
18	Significancia de factores de variación al nivel del 5% (*) detectadas por el análisis de varianza para la variable número de granos por hilera. P-V 1981	51
19	Media para la variable número de granos por hilera en los diferentes tratamientos de fertilización. P-V 1981	52
20	Número de granos por hilera, producidos por las variedades. Localidad San José de Mojarras. P-V 1981	53
21	Análisis de varianza combinado entre localidades, para rendimiento en grano (ton/ha). P-V 1981	54
22	Rendimiento medio (ton/ha) entre las ocho localidades. P-V 1981	55
23	Rendimiento medio (ton/ha) de los tratamientos de fertilización, entre sitios. P-V 1981	56



Cuadro		Pag.
24	Rendimiento medio (ton/ha) de las variedades, entre los ocho sitios experimentales. P-V 1981.	57
25	Coefficiente de correlación simple de 2 a 2 entre los factores de sitio y el rendimiento.	58
26	Ecuaciones de regresión obtenidas en el presente estudio.	59
27	Algunas características físico-químicas de los suelos en que se ubicaron los experimentos.	60
28	Ambito de las variables de sitio que fueron cuantificadas en el campo y laboratorio. Promedio de cuatro repeticiones	62
29	Heterogeneidad del medio ambiente en algunas de las localidades, en que se ubicaron los sitios experimentales. - - P-V 1981.	63

#### INDICE DE FIGURAS

Figura		
1	Carta de isoyetas del Estado de Nayarit	21
2	Carta de isotermas del Estado de Nayarit.	22
3	Ubicación de los sitios experimentales, en la región de estudio.	26
4	Rendimiento medio obtenido por tratamiento de fertilización en las diferentes localidades.	36

Figura	INDICE DE APENDICE	Pag.
1 A - 8 A	Gráficas de la precipitación por periodos de 5 días y por etapas fenológicas, durante el desarrollo de los experimentos.	93
9 A - 16 A	Gráficas de la evaporación por periodos de 5 días y por etapas fenológicas, durante el desarrollo de los experimentos.	101
17 A	Rendimiento medio por localidad. P - V 1981.	109
18 A - 21 A	Rendimiento medio de las variedades, en cada uno de los agrosistemas. P-V 1981.	110
Cuadro		
1 A	Características de los perfiles descritos en la región de estudio.	114
2 A - 6 A	Cuadros medios del Análisis de Varianza para rendimiento y componentes de rendimiento, en los ocho sitios experimentales	129
7 A	Principales características en relación al desarrollo de los experimentos.	134
8 A	Prueba de Tukey	135
9 A	Coeficiente de correlación simple de 2 a 2 entre los componentes de rendimiento, de sitio y el rendimiento de grano.	136
10 A	Ecuaciones de regresión para cada una de las componentes en planta.	137

## R E S U M E N

En el estado de Nayarit, se realizó un estudio en ocho sitios experimentales con la finalidad de desarrollar una ecuación general del rendimiento, en función de variables controladas experimentalmente y de variables de sitio que fuesen de utilidad para tratar de determinar la influencia del suelo, clima y manejo, sobre componentes de rendimiento de cada una de las variedades a estudiar, y procurar la jerarquización de la problemática del cultivo de maíz.

Los genotipos que se utilizaron fueron Tabloncillo, Tampiqueño, H-507, V-524 y B-670; en tanto que los tratamientos de fertilización empleados para cada sistema de producción estuvieron compuestos de un testigo, del manejo de algunos agricultores y el de dosis óptima económica recomendada por el INIA.

Para cumplir lo antedicho se realizaron análisis de varianza para rendimiento y componentes de rendimiento para cada localidad y entre localidades; y posteriormente un análisis de correlación simple, con el propósito de hacer una buena selección de variables que deberían de entrar al modelo de regresión.

Con la ecuación general del rendimiento, obtenida en función de variables controladas y de variables de sitio, fue posible explicar el 55 % de la variación entre sitios experimentales del rendimiento.

Las variables de sitio y componentes de rendimiento que se encontraron en la respuesta del rendimiento de grano de maíz a las variables

controladas, fueron las siguientes: precipitación durante el ciclo del cultivo, el porcentaje de humedad del suelo al momento de la siembra, la capacidad de campo, el número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera, los cuales tienen una influencia positiva en la respuesta del rendimiento de grano a la aplicación de fertilización nitrofosfatada, es decir que al aumentar el valor de las variables mencionadas, aumentó la respuesta del rendimiento de grano a la aplicación citada anteriormente. En cambio, el contenido de sales del suelo, el limo del suelo y la arcilla del suelo tienen un efecto negativo en la respuesta del rendimiento de grano de maíz al nitrógeno y fósforo aplicados, o sea que al aumentar el valor de estas variables de sitio, disminuye la respuesta del rendimiento.

Por lo que respecta a las hipótesis y supuestos que fundamentaron el presente estudio, los resultados obtenidos fueron parcialmente acordes con la primera hipótesis y concordantes con los supuestos primero y segundo.

## I. INTRODUCCION

Nuestro país que actualmente cuenta con alrededor de 70 millones de habitantes, y con una tasa de crecimiento anual del 3 %, necesita incrementar su producción de alimentos por lo menos paralelamente al desarrollo demográfico. Para incrementar dicha producción deberá contemplarse el uso de variedades adaptadas a cada región, uso adecuado del suelo y agua ; control de plagas y enfermedades, tanto del suelo como del cultivo, etc., - además de tomar en consideración los factores clima y manejo.

La producción de un cultivo es la resultante de las condiciones del clima, de las propiedades de los suelos y el manejo a que ha estado sujeto dicho cultivo. La evaluación cuantitativa entre el clima, el suelo y el manejo con la producción de los cultivos, nos ayudará a definir las características de plantas adecuadas a cada sistema de producción de la costa y sur de Nayarit, lugar donde se localiza la principal zona maicera bajo régimen de temporal, con una superficie aproximada de 146 mil hectáreas, las cuales son afectadas en su rendimiento por problemas de orden ambiental y tecnológico.

La generación de tecnología mediante la identificación de sistemas de producción, permite la obtención de recomendaciones para un cultivo específico en una región dada, definida por valores constantes de los factores limitantes de la producción.

Con el método de agrupación utilizando el criterio agronómico, en Nayarit, se definieron agrosistemas en base al origen del suelo, textura, contenido de materia orgánica, pendiente, precipitación, temperatura y altura sobre el nivel del mar. Con fundamento en estos parámetros se determinaron en temporal los siguientes sistemas de producción: Suelos café-rojizos de Valles, suelos de humedad residual en Temporal, Suelos negros, y suelos café-rojizos de la Costa.

Cada sistema de producción es caracterizado por una familia de funciones de respuesta a una o más de las variables de tecnología, es decir, tienen diversos factores cuantitativos, de los cuales deseamos conocer la superficie de respuesta.

Con la finalidad de generar recomendaciones sobre prácticas de producción agrícola que sean adecuadas para los diferentes sistemas de cultivo en los agrosistemas mencionados, y posteriormente encauzar de manera prioritaria la investigación para formular recomendaciones específicas para cada categoría, se planteó el presente trabajo a fin de determinar la influencia del suelo, clima y manejo sobre componentes del rendimiento de cinco variedades de maíz y jerarquizar los problemas que tiene este cultivo en Nayarit.

## II. REVISION DE LITERATURA

La revisión de literatura se efectuó de acuerdo al objetivo del trabajo que consiste en el conocimiento de las relaciones parciales entre el cultivo y su ambiente, y la identificación de sistemas de producción.

### 2.1 RELACION ENTRE PLANTA Y FACTORES

#### 2.1.1 Relación intraplanta.

Robinson et al. en 1951, después de estudiar 28 posibles correlaciones genéticas y fenotípicas manifiestan que los caracteres longitud y diámetro de mazorca mostraron correlaciones relativamente bajas con rendimiento, altura de planta y altura de mazorca. Estos autores encontraron también, que los caracteres altura de planta y altura de mazorca presentaron una considerable asociación genética con rendimiento.

Carballo en 1961, encuentra correlación significativa entre los caracteres altura de planta y rendimiento en la variedad de maíz Rocamex - - V - 520 C.

Tapia en 1966, encuentra correlación significativa de los caracteres número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, con rendimiento.

Tola en 1973, menciona en su trabajo que el aumento en N aumenta el número de macollos en cebada, pero muchos no forman espigas. Hay

un efecto compensatorio a densidades altas y no se manifiesta la interacción entre densidad y fertilización porque a densidades más altas las plantas produjeron un mínimo de tallos pero todos con espiga; a densidades más bajas se produjeron muchos tallos pero no todos forman espigas. Encontró también que el incremento en tallos por  $m^2$  aumentó el rendimiento.

Goldsworthy y Colegrove en 1974, opinaron que, en maíz, los incrementos en rendimiento examinados a través de sus componentes, se debieron a densidades de población crecientes y a aumentos en el número de granos por metro cuadrado.

Calixto en 1975, trabajó en trigo y señaló que las correlaciones fenotípicas se deben a causas genéticas, ya que cuando una correlación fenotípica fue significativa también lo fue la genotípica. Encontró que la correlación genotípica entre rendimiento y altura fue negativa; número de granos por espiga, espiguillas por espiga, longitud de la espiga y la relación entre tallos con y sin espigas entre el número de espigas por planta, presentaron correlación positiva y significativa con el peso del grano. Al seleccionar la mejor ecuación de regresión por Stepwise, la que mejor explicó el rendimiento ( $R^2 = 84\%$ ) incluyó altura de la planta, número de entrenudos, longitud de la espiga e índice de fertilidad (número de granos por número de espiguillas). Finalmente concluyó que la longitud de la espiga fue el carácter identificado como más confiable para selección indirecta del rendimiento de grano en trigo.



Brifman y Frey en 1977, señalaron que aunque componentes como número de macollos, espiguillas por panoja y peso de semilla tengan baja heredabilidad, el rendimiento de cultivares de grano pequeño se ha mejorado por selección de un componente particular o un pequeño grupo de componentes.

Rivera en 1977, encuentra correlaciones positivas próximas a la unidad entre los caracteres altura de planta y altura de mazorca con rendimiento.

Brinkman y Frey en 1977, opinaron que una componente del trigo y la cebada, o tal vez dos, pueden determinar la capacidad para altos rendimientos; los componentes que pueden aparecer como determinantes o pueden combinarse son número de tallos por planta, número de semillas por inflorescencia, peso por semilla, etc. Autores como Fore y Woodworth ( 1933 ) y Atephens ( 1942 ), encontraron que el amacollamiento en avena no tiene efecto apreciable en el rendimiento, pero el peso de grano y el número de espiguillas por panoja sí son componentes importantes. Stoskopt y Reinbergs ( 1966 ), notaron que la avena sembrada a densidades normales desarrolla sólo un tallo productivo por planta; concluyeron que el número de granos por panoja es un componente del rendimiento importante. Brinkman y Frey ( 1977 ), encontraron que el rendimiento de grano en avena se debió al aumento en la producción de macollos en algunas líneas, pero en otras, aunque tuvieron más macollos que su progenitor recurrente, presentaron bajos rendimientos. Otros genotipos debieron su mayor productividad a más espiguillas por panoja y a más peso de

semilla. En el análisis conjunto fue claro que ningún componente aislado incrementó la producción en forma consistente; el orden de importancia de tales componentes resultó ser panojas por planta, semillas por panoja y peso por semilla.

### 2.1.2 Relación planta - medio ambiente.

El estudio de las relaciones entre los factores ambientales y la producción de materia vegetal ha sido por mucho tiempo un tema de gran interés. Liebig en 1855, propone la "Ley del Mínimo", para definir las relaciones funcionales entre fertilizantes o nutrimentos y la producción de cultivos. Liebig estableció que el suelo contenía a todos los nutrimentos necesarios para las plantas, pero si uno se encontraba en menor cantidad era el limitativo de la producción. A partir de Liebig han surgido muchos investigadores agrícolas que se han dedicado a buscar la naturaleza de las funciones de producción en relación a los fertilizantes.

Los ecólogos, por su parte, dieron otra interpretación a la "Ley del Mínimo", generalizándola para todos los factores del ambiente y no sólo al aspecto nutricional, con lo que se dió origen a la "Ley de los factores limitativos" citada por Wilsie en 1966. Esta ley, ha tenido gran repercusión en la agricultura y muchos autores han tratado de definir cual de los factores del ambiente, junto con los de manejo, tienen mayor influencia en la producción de cosechas.

Jenny en 1941, consideró que el rendimiento de un cultivo, depende de un gran número de condiciones conocidas comúnmente como factores de la productividad, expresando esta relación en forma de una ecua-

ción:

$$\text{Rendimiento} = F(\text{clima, suelo, planta, manejo})$$

Con relación a la interacción genotipo-medio ambiente, Márquez en 1974, dice que este fenómeno no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes y que particularmente en la agricultura de México, dada la gran diversidad de condiciones ecológicas con que cuenta el país, es de suma importancia aplicar los criterios de "estabilidad" y "deseabilidad" para las variedades que esten en proceso de mejoramiento. De acuerdo a la importancia de estas interacciones, Moll y Stuber en 1974 mencionan que su significancia para el fitomejorador depende de los objetivos; si se desean variedades que se comporten bien sobre un amplio rango de medios ambientes, entonces el programa es favorecido por pequeñas interacciones. Si por el contrario, se desean variedades bien adaptadas a medios ambientes muy específicos, entonces el programa puede ser beneficiado por grandes interacciones.

Márquez en 1974, dice que cualquier modelo que opere en la evaluación de genotipos sobre ambientes, debe llevar implícito una componente de interacción.

Muñoz en 1975 ( citado por Palacios Vélez 1978 ), encuentra que la etapa crítica para el maíz es el sub-periodo de la formación de la espiga al término de la floración. La segunda etapa más sensible es del inicio de la formación del grano al de grano en leche. Esto se confirma con los resultados preliminares obtenidos por Palacios Sánchez, quien encontró

que el mejor tratamiento experimental fue el de 20, 60, 40% de humedad aprovechable.

Sprague y Eberhart en 1977, afirman que si la respuesta relativa de los genotipos fuera poco influenciada por el ambiente, entonces bastaría realizar las pruebas en un sólo ambiente, de donde se obtendría una adecuada información de su comportamiento. Sin embargo, las experiencias han indicado que la interacción genotipo por ambiente es generalmente significativa.

Cuando los genotipos son desarrollados en diferentes localidades y años, las estimaciones de las componentes de varianza proporcionan estimaciones muy importantes de las interacciones genotipo por localidad, genotipo por año y genotipo por localidad por año.

### 2.1.3 Relación planta-suelo.

Morgan, Gourley y Ableiter en 1938, indicaban que el maíz requiere de suelos bien aireados, con abundantes nutrimentos disponibles para la planta.

Díaz del Pino en 1954, establece que los mejores suelos para el cultivo de maíz en México son los de aluvión.

Rust y Odell, en su trabajo desarrollado durante 1957, en Illinois demuestran que la mayor parte de la variación en la producción de maíz estaba asociada con variables climáticas más que con las de suelo o manejo.

Fitts, et al. en 1959, a partir de los resultados de 60 experimentos de campo con maíz que fueron conducidos en Carolina del Norte, y usando el procedimiento de regresión progresiva modificada (Stepwise), obtuvieron una ecuación cuadrática, la cual involucró al factor N aplicado y factores del suelo y del clima. El criterio para elegir la ecuación mejor ajustada, de un grupo de ecuaciones probadas, fue el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). La ecuación final que obtuvieron fué :

$$Y = B_0 + B_1 Mo + B_2 D + B_3 Na + B_{22} D^2 + B_{33} Na^2 + B_{23} DNa + B_{24} DpH$$

$$R^2 = 0.57$$

Donde : M. O. = Materia Orgánica del suelo

Na = Nitrógeno aplicado

D = Índice de sequía

pH = Reacción del suelo

Ortiz y Cuanalo en 1972, efectuaron una ordenación de suelos por métodos numéricos y trataron de asociar a los suelos con la producción de maíz a un nivel alto de fertilización, cada suelo fué caracterizado con 50 propiedades y no se encontró relación alguna, indicaron que debería estudiarse el fenómeno considerando a los otros factores del ambiente.

Villalpando en 1975, dice que algunas de las características del suelo que pudieran ser útiles en la definición de un sistema de producción, bajo condiciones de temporal son : la profundidad, la textura y la estructura de los horizontes A y B; la pendiente; la capacidad de retención de humedad; la permeabilidad; la toxicidad de aluminio; el contenido de sodio inter

cambiable; el contenido de sales solubles; el contenido de a lo fano, y los niveles nativos de los nutrimentos esenciales para las plantas.

#### 2.1.4 Relación planta-clima

El clima en un sentido práctico es incontrolable por el hombre, y por lo tanto, variaciones importantes en precipitación, temperatura, radiación solar, vientos fuertes, granizo, heladas, etc., son variables que pueden servir de base para la definición de un sistema de producción. Los fenómenos climáticos muestran una distribución geográfica y también sobre el tiempo. Este último componente es estocástico.

Para el cultivo de maíz en temporal es de mucha importancia el régimen climático imperante durante el ciclo biológico del cultivo. Sin embargo, de las componentes del clima la lluvia y la temperatura son las que ejercen una influencia más decisiva en el desarrollo general del cultivo, ya que conjuntamente con las características físicas, químicas, morfológicas y fisiográficas del suelo, determinan la cantidad de agua aprovechable presente en el suelo que estará a disposición de las plantas durante el transcurso de su ciclo de desarrollo. El agua del suelo es el medio que solubiliza y moviliza los fertilizantes, entonces el régimen de lluvias determina, en los cultivos de temporal, el grado de utilización que las plantas pueden hacer de los fertilizantes y por consiguiente, delimita la cantidad de fertilizantes que debe aplicarse para obtener el rendimiento óptimo.

Además, el régimen de lluvias y la temperatura pueden dar lugar a déficit de aguas del suelo que inducen esfuerzos de humedad que pueden reducir el desarrollo de las plantas, y en los casos extremos en que se

combinan escasez de lluvias y altas temperatura, la presencia de periodos de sequía perjudica el desarrollo al cultivo, no sólo por la falta de agua, esencial para el metabolismo de las plantas, sino también porque se modifica el aprovechamiento de los fertilizantes e inclusive puede resultar dañina la aplicación de los mismos, lo cual redundará en la disminución drástica del rendimiento.

Por lo anterior, siempre ha habido interés en entender la forma en que el rendimiento de grano y el desarrollo general del cultivo del maíz de temporal es afectado por la variación en el régimen de lluvias, temperatura, evaporación, agua del suelo, esfuerzo de humedad del suelo y sequía; ya que estos factores influyen en el grado de éxito obtenido en las prácticas de fertilización adoptadas en el cultivo de maíz de temporal.

Basile en 1954, menciona que los periodos de sequía reducen definitivamente la producción de maíz en los años secos y en algunos casos también en el año siguiente.

Shaw en 1955, menciona que los periodos desarrollo vegetativo de la siembra a la floración, desarrollo vegetativo rápido de la planta hasta sombreado total, polinización, llenado del grano y maduración son los periodos donde la precipitación ejerce mayor influencia. Pero se ha dado mayor importancia a la floración; incluso se ha indicado que con estudios de la precipitación durante la floración, se podría explicar la mayor parte del fenómeno de la producción.

Penman en 1963, considera que la cantidad de agua transpirada depende en primer lugar de los factores meteorológicos y que los factores suelo y planta juegan un papel secundario.

Russell y Danielson ( 1956 ), efectuaron experimentos de campo en los años de 1953 y 1954 en los suelos brunizémicos profundos de la zona maicera de Illinois. Estudiaron los tres tratamientos de humedad siguientes:

1. Riego exclusivo ( sin lluvia )
2. Temporal exclusivo ( sin riego de auxilio )
3. Temporal más riego de auxilio

Durante el transcurso de los experimentos supusieron que no había percolación de agua más allá de 150 cm de profundidad, y que las raíces de las plantas de maíz no extraían agua del suelo más allá de la antedicha profundidad.

Como resultado de sus experimentos concluyeron que en un suelo profundo, permeable y bien drenado, el maíz es capaz de utilizar agua del suelo hasta una profundidad de 150 cm; que hubo un substancial consumo de agua almacenada en el perfil del suelo en los casos en que hubo altos rendimientos de grano de maíz; que el agua de lluvia y el riego afectaron la humedad del suelo hasta una profundidad de 60 cm, tanto en parcelas de maíz como parcelas sin cultivo.

Runge en 1968, menciona que la temperatura máxima diaria y la lluvia tuvieron un gran efecto en el rendimiento del grano de maíz, desde 25 días antes hasta 15 días después de la floración femenina.

Turrent en 1968, manifiesta que los estímulos aplicados, considerados tradicionalmente como variables explicativas del rendimiento, no son el mejor criterio biológico para juzgar la respuesta de la planta, dado que son aplicados a un sistema productivo abierto en el que actúan todas las -



componentes del ambiente. De ahí la necesidad de incluir además, como variables explicativas del rendimiento, otras componentes del ambiente tales como factores del clima y características del suelo.

#### 2.1.5 Relación planta-manejo

Afirma Lair en 1966, que en la definición práctica de un sistema de producción es necesario establecer límites específicos para los diferentes factores de productividad. La magnitud de variación aceptable dentro de un sistema de producción depende de la precisión necesaria en la recomen-  
dación final. Para esta etapa según este autor, ya se acepta que todos los factores limitativos del rendimiento que puedan ajustarse económicamente a niveles óptimos, no intervienen en la definición de sistemas de produc-  
ción. Por eso el concepto de Jenny en 1941, adolece de defectos en cuanto a que los factores planta y manejo son fácilmente modificables por el hom-  
bre. El factor suelo, es parcialmente modificable, en la parte que se re-  
fiere a los macro y micronutrientes.

Conviene hacer aquí algunas consideraciones sobre tipos de factores de producción.

Turrent en 1970, señala que hay factores modificables, como: Dosis de fertilización, oportunidad de aplicación, método de fertilizar, genotipo, densidad de población, fecha de siembra, combate de plagas, labores de cultivo, etc., y hay también, factores inmodificables, como: Regímenes de lluvia, de heladas, de granizadas, de vientos, de morfología de suelo, etc.

Un agricultor con apuros económicos a corto plazo, podría ayudarse mediante la combinación inteligente de estos factores.

El mismo investigador advierte que en la experiencia agrícola universal el grupo de factores modificables guarda entre sí relaciones de interdependencia respecto al rendimiento de un cultivo; o sea que, dada una ecología inmodificable, la respuesta a uno de los factores modificables depende de la manifestación precisa de los otros factores que también se pueden manejar.

Laird et al. citados por González en 1974, han modificado su definición y hablan de que un Sistema de Producción es una parte del universo - en la cual los factores inmodificables de la producción, son razonablemente constantes.

Laird en 1977, menciona que los factores de manejo que se contemplan en la definición de sistemas de producción comprenden el cultivo anterior, el uso previo de fertilizantes y estiércoles, la fecha de siembra, y las deficiencias en las prácticas de manejo que no se puedan fácilmente cambiar.

## 2.2 SISTEMAS DE PRODUCCION

El primero en definir el concepto de un sistema de producción fue Jenny en 1941; consideró a un sistema de producción como una entidad de producción definida en términos de los siguientes factores de producción: Clima, planta, hombre, suelo y tiempo.

Laird en 1966 define un sistema de producción como una unidad ecológica que se desea describir en términos de una familia de funciones de respuesta y sus probabilidades.

Posteriormente, el mismo Investigador citado por Turrent en 1973 define el sistema de producción como una parte de un universo de producción, en el cuál los factores de producción inmodificables son razonablemente constantes.

Como se mencionó antes, la definición de un sistema de producción establece que los factores inmodificables son razonablemente constantes. Este es un concepto dinámico en el sentido de que lo considerado como razonablemente constante en el primer año de la investigación, puede resultar variable unos pocos años más tarde. Es decir, inicialmente se seleccionan los grupos de valores correspondientes a un cierto factor en términos de la información disponible en ese momento, y después, al conocer más de la variabilidad en un factor determinado y lo significativo de esa variabilidad en términos de respuesta del cultivo, puede resultar útil volver a definir los grupos de valores y en esta forma poder disminuir o aumentar el total de tales grupos.

La primera acción sobre la metodología empleada por el enfoque de sistemas de producción, debe corresponder a concentrar toda la información pertinente sobre los factores del suelo, del clima y del manejo que afectan la producción de cultivos en la región de interés, así como las características de los agricultores mismos. Las fuentes de tal información; son las siguientes; las publicaciones sobre la investigación previa, los levantamientos agrológicos y las cartas del clima; los archivos de las estaciones meteorológicas; el reconocimiento directo de los suelos; las informaciones de los representantes de las agencias agrícolas de servicio, y las informaciones directas de los agricultores mismos.

Como un segundo paso, se estudia y se evalúa la información acumulada para aprovecharla en la planeación de un programa de investigación para el área, y casi siempre se toma la decisión en base a la importancia estimada de cada cultivo o sistema de cultivos practicados por los agricultores en el área de interés.

En tercer lugar debe definirse la conveniencia o inconveniencia de dividir la variabilidad en los factores de suelo, de clima y manejo, en dos o más grupos. Estos grupos de valores de los factores de la producción se usan después para definir los mismos sistemas de producción.

También con base en la información acumulada se establecen las hipótesis respecto de cuales de las variables de insumos puedan limitar los rendimientos de cultivos y en que proporción. Además, se hacen estimaciones de los rangos de niveles de cada variable, dentro de los cuales es probable encontrar los niveles óptimos. Con base en las decisiones que se tomen, se seleccionan las variables para estudiarse y los rangos apropiados de niveles de cada variable.

A continuación se selecciona la metodología estadística que permita estimaciones razonables precisas y de bajo sesgo de los efectos simples y de las interacciones de las variables de insumos bajo estudio.

Como se puede observar, la decisión final de cómo definir los sistemas de producción se toma al terminar el ciclo de crecimiento, con base en la respuesta de los cultivos a los tratamientos en los sitios experimentales. Después se hacen recomendaciones específicas de prácticas de producción agrícola para cada sistema, promediando los niveles óptimos

de las variables de insumos estimados para cada sitio dentro del sistema.

### 2.3 TECNICAS ESPECIALES DE ESTADISTICA Y COMPUTACION.

A medida que aumenta el número de factores que influyen en un experimento, de la misma forma aumenta la complejidad del mismo, tornándose complicado el problema de explicar el rendimiento como función matemática de los factores controlables e incontrolables, sobre todo cuando estos son numerosos.

Afortunadamente, el fuerte desarrollo científico y tecnológico de los últimos años, sobre todo en las disciplinas de la estadística, la matemática y la computación electrónica, ha producido por lo que respecta a la estadística, la técnica de la regresión múltiple (Draper y Smith 1966); y en lo referente a la computación electrónica, ha hecho posible el desarrollo de super-programas computacionales que facilitan el análisis matemático de grandes masas de datos; todo lo cual significa que el investigador agrícola, está dotado de armas muy valiosas que le permiten la planeación, - - ejecución, análisis e interpretación de experimentos complejos que incluyan una gran cantidad de variables.

Como resultado de la revisión de literatura de las relaciones, intra-planta, planta-medio ambiente, planta-suelo, planta-clima y planta-manejo, se muestra que mediante la técnica de regresión es posible establecer relaciones funcionales entre los factores ambientales y de manejo, con la producción de los cultivos, sin embargo, estas relaciones son esencialmente limitadas en el área de aplicación de sus resultados.

### III. HIPOTESIS Y SUPUESTOS

Para efectuar la investigación tendiente a lograr los objetivos planteados anteriormente, tomando en consideración la revisión bibliográfica y la información recabada en la zona de estudio, se formulan las hipótesis y supuestos siguientes :

#### HIPOTESIS

El rendimiento de grano de maíz de temporal en Nayarit, está limitado por el nitrógeno y el fósforo que no se aplican adecuadamente, y por el genotipo a utilizar.

La variación de la respuesta del rendimiento del cultivo de maíz en temporal, a las aplicaciones de los nutrimentos, se encuentra fuertemente influenciada por la variación que existe, entre sitios experimentales, en factores climáticos, edáficos y de manejo.

#### SUPUESTOS

La ubicación de los sitios experimentales seleccionados es adecuada para muestrear, de manera aceptable, la variación entre sitios de los factores incontrolables dentro de la zona de estudio.

Al variar simultáneamente la dosis de nitrógeno y fósforo, y dejar constantes las demás variables de parcela, se explorará una gran parte de la capacidad productiva de los agrosistemas.

Los procedimientos de análisis de laboratorio y estadísticos usados son adecuados a este tipo de trabajo.

## IV. MATERIALES Y METODOS

Este estudio se efectuó como parte integrante de los trabajos de investigación del Grupo de Maíz del Campo Agrícola Experimental Santiago Ixcuintla, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

### 4.1 CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.

#### 4.1.1 Localización de los experimentos.

Los experimentos se establecieron en terrenos de agricultores cooperantes, en los agrosistemas y localidades siguientes :

Suelos de humedad residual en temporal : San Pedro Lagunillas y Jala

Suelos café-rojizos de Valles: San José de Mojarras y Compostela

Suelos Negros : El Conde y Tetitlán

Suelos café-rojizos de la Costa : Sauta y Ruíz

Geográficamente el área de estudio se encuentra situada entre los paralelos 20°37' a los 21°56' de latitud norte y los 104°19' a los 105°00' de longitud oeste. Limita al norte con el Río San Pedro y al sur con el estado de Jalisco siendo el límite divisor el Río Ameca, al oeste con la Sierra Madre Occidental y al oeste con el Océano Pacífico.

#### 4.1.2 Características del clima

El clima presenta variaciones debido a efectos combinados de latitud, altitud, precipitación, temperaturas, etc., por tal motivo, estos fenómenos en Nayarit, dan como resultado un mosaico agroclimático, pudiéndose distinguir los siguientes tipos de clima según la clasificación de Kooppen modificada por García en 1973.

El área comprendida por el municipio de San Pedro Lagunillas presenta un clima semicálido subhúmedo (A)C (w<sub>1</sub>) w con lluvias durante el verano, la precipitación media anual es de 1300 mm, y la temperatura media de 20.9°C.

En el municipio de Ahuacatlán, el clima corresponde al cálido subhúmedo extremoso Awo(w)e con lluvias en verano, la precipitación media anual es de 1000 mm, y la temperatura media de 23°C. En Santa María del Oro, el clima corresponde al cálido subhúmedo (A)C (w<sub>2</sub>) a (i') con precipitación media anual de 1300 mm, y la temperatura media de 21°C.

El área comprendida por el oeste de los municipios de Compostela y Ruiz, el clima corresponde al Aw<sub>2</sub>, que es particularizado como el más húmedo de los cálidos subhúmedos con una precipitación media anual mayor de 1300 mm (Figura 1) y temperatura media anual arriba de los 24°C (Figura 2), sus símbolos climáticos son Aw<sub>2</sub>(w)(i').

#### Vientos fuertes

Los vientos fuertes son importantes sobre todo en los suelos ligeros de lomerío con pendientes mayores de 5%, ya que llegan a causar acames al cultivo. Esto trae como consecuencia pérdidas del producto, ya sea por enfermedades fungosas o problemas de plagas, principalmente roedores.

#### Evaporación

La evaporación anual en la región varía desde 1480 a 1800 mm con un promedio aproximado de 1640 mm.



FIGURA . 1. CARTA DE ISOYETAS DEL ESTADO DE NAYARIT.

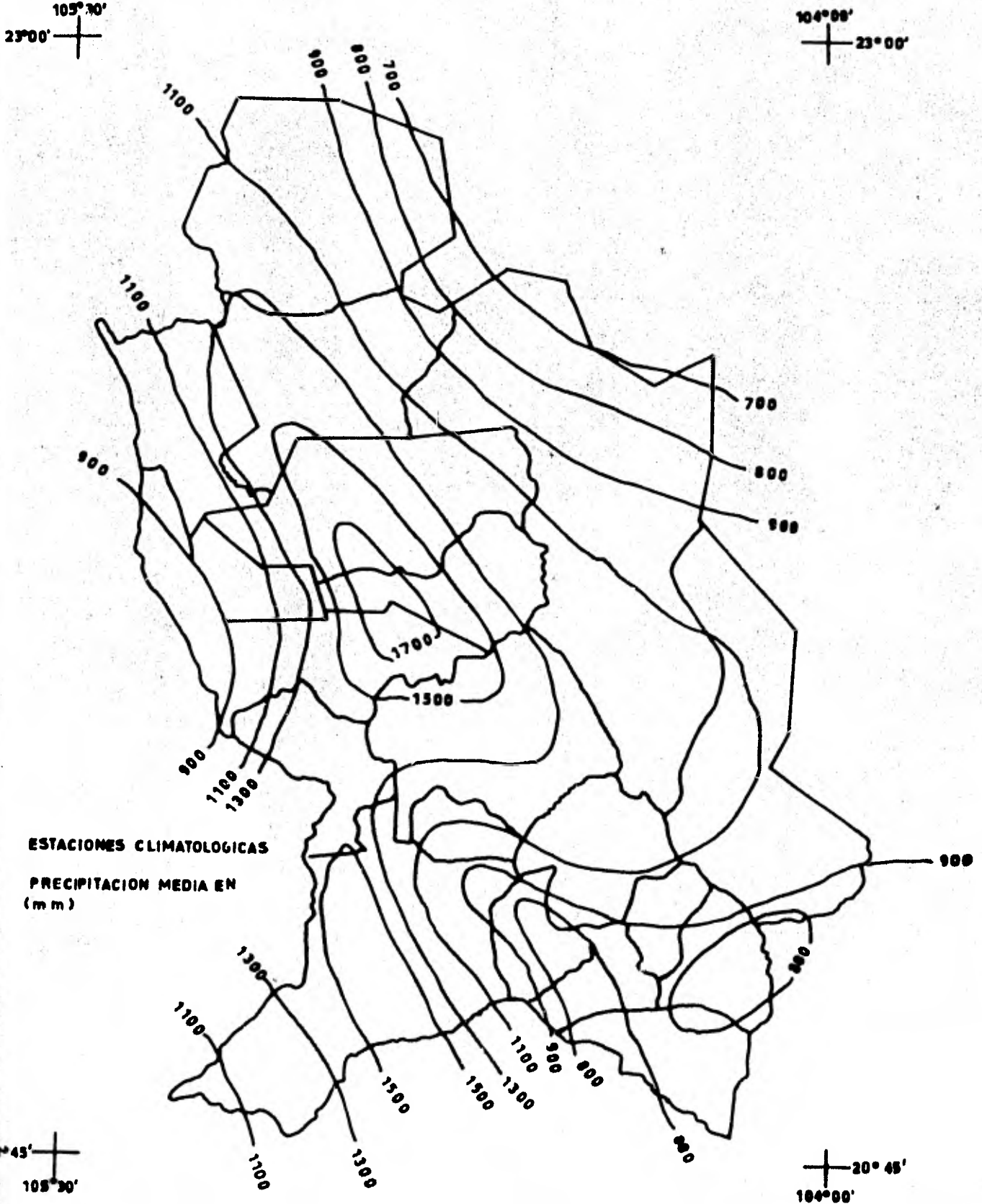
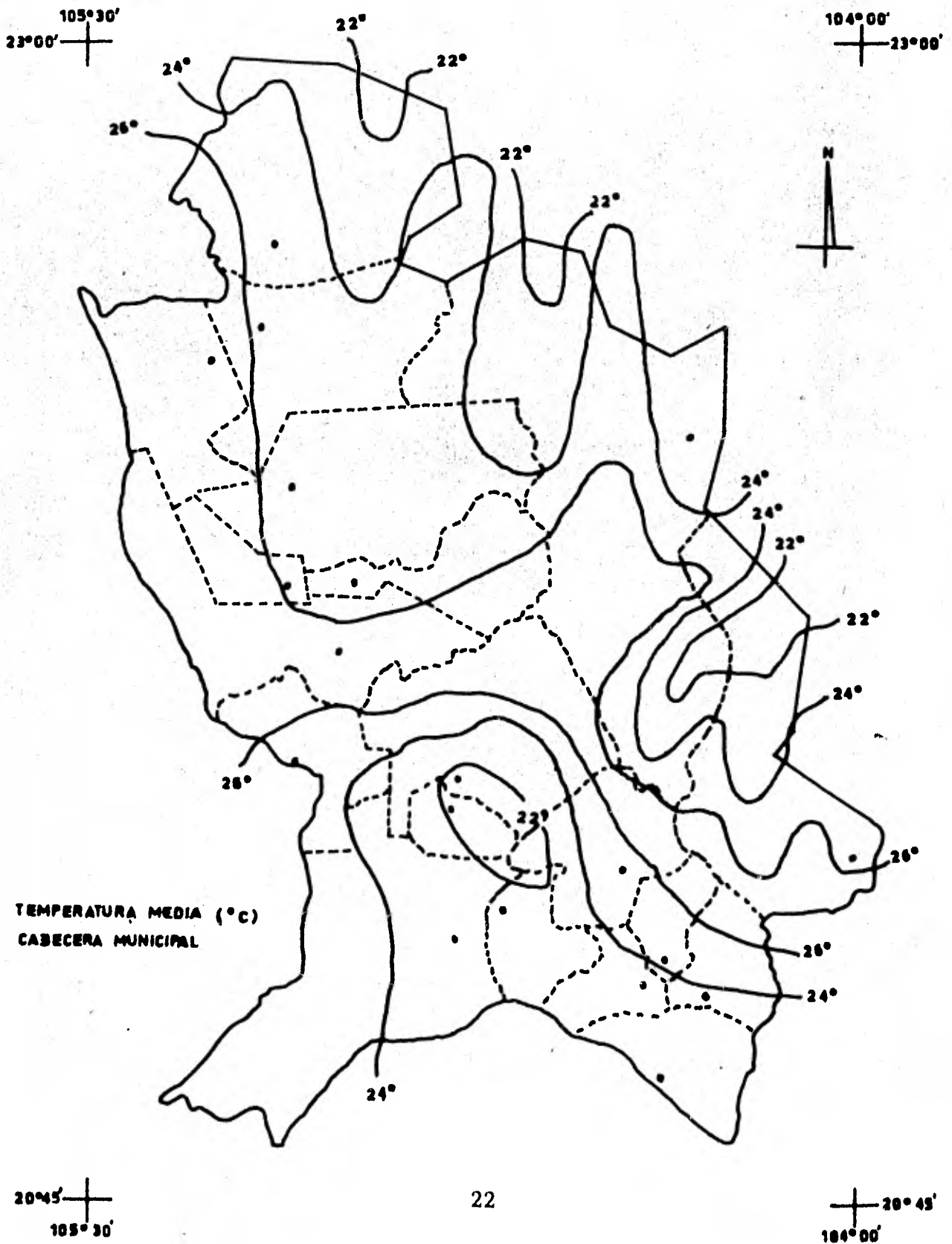


FIGURA. 2. CARTA DE ISOTERMAS DEL ESTADO DE NAYARIT.



El coeficiente mensual de precipitación/ evaporación a partir del mes de octubre hasta el mes de mayo es menor de uno al iniciarse las lluvias, la evaporación sube considerablemente hasta un promedio aproximado de 1500 mm mensuales, sin embargo, durante dichas lluvias el coeficiente de precipitación/ evaporación llega en ocasiones hasta un valor cercano a tres.

Los datos de algunas estaciones meteorológicas ubicadas en la región se presentan en el Cuadro 1 .

#### 4.1.3 Características de los suelos

Los suelos en los sitios experimentales en general son profundos con estratos superficiales de migajón arcilloso-arenoso o francos de color grisáceo a café-rojizo, y también tienen un estrato subyacente de textura migajón arenoso o de arcilla; son suelos con permeabilidad de moderada a rápida, con pendientes mayores de uno hasta menor de 10 por ciento; con contenidos de materia orgánica de menores de 1 a 2 por ciento y con pH de 4.8 a 7.4. Sistemáticamente son suelos desde muy jóvenes o recientes (entisoles) hasta suelos viejos o altamente meteorizados (ultisoles).

Con la finalidad de tener una característica y clasificación de los sitios experimentales se describió un perfil por localidad considerando principalmente los siguientes aspectos: delimitación y espesor de cada uno de los horizontes; textura al tacto y con ayuda de laboratorio; estructura y humedad de cada horizonte; consistencia, pH, pedregosidad y drenaje del perfil; distribución y profundidad de las raíces, de acuerdo al manual elaborado por Cuanalo en 1981.

Cuadro 1. Precipitación mensual y anual en mm registrada en algunas estaciones de la región en estudio.

Localidad	Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom. anual	% Junto a Sept.
Amatlán de Cañas	1975	7.8	0.0	0.0	0.0	4.5	160.4	305.3	143.0	206.2	7.8	0.0	29.5	864.5	94.2
	1976	0.0	3.5	0.0	5.5	0.0	139.4	88.8	222.5	136.4	66.0	99.0	34.0	795.1	73.8
	1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	150.0	300.5	163.5	114.0	129.0	7.0	0.0	864.4	84.2
Ahuacatlán	1975	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	283.5	415.0	157.0	127.0	63.0	0.0	1.0	1066.0	92.1
	1976	0.0	inap.	0.0	inap.	inap.	129.0	199.5	225.0	91.0	5.0	98.0	31.5	779.0	82.7
	1977	0.0	19.0	inap.	0.0	4.0	226.5	209.5	169.0	240.5	61.5	2.0	1.0	933.0	90.6
Las Caviotas	1975	inap.	0.0	inap.	0.0	0.0	114.7	559.5	394.5	301.5	99.0	inap.	0.0	1469.2	93.2
	1976	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	472.8	151.1	418.3	172.5	47.2	128.0	41.0	1432.4	84.8
	1977	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	162.0	276.2	244.0	305.5	155.5	4.0	0.0	1150.7	85.8
Puerta de Platanares	1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.5	980.8	562.5	250.0	77.0	0.0	0.0	1982.8	96.1
	1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	310.7	487.9	570.5	269.0	35.2	131.5	71.2	1876.0	87.3
	1977	25.0	22.0	0.0	0.0	0.0	163.6	515.7	918.0	103.5	183.8	15.5	0.0	1947.1	87.5
San Blás	1975	2.0	inap.	0.0	0.0	0.0	148.5	825.5	426.5	332.5	139.0	0.0	inap.	1874.0	92.4
	1976	0.0	0.0	inap.	inap.	0.0	186.0	286.5	362.5	226.5	12.5	110.0	61.0	1245.0	85.2
	1977	12.0	0.0	18.5	inap.	inap.	34.5	132.5	572.5	358.0	194.5	15.0	inap.	1337.5	82.0
San Pedro Lagunillas	1975	3.0	inap.	0.0	0.0	0.0	90.1	652.4	482.4	320.7	49.0	24.9	inap.	1622.5	95.3
	1976	0.0	inap.	0.0	inap.	0.0	222.7	450.4	588.5	284.6	3.0	145.0	68.0	1762.2	87.7
	1977	18.7	0.0	2.5	inap.	0.0	105.8	280.4	236.3	416.2	118.8	17.3	inap.	1196.0	86.8
Teptc	1975	8.3	inap.	22.7	0.0	0.0									
	1976	0.0	1.5	inap.	0.0	0.0	138.3	175.0	297.5	187.6	16.3	142.7	67.8	1026.7	77.7
	1977	17.5	0.0	3.4	7.2	0.0	160.0	344.0	230.8	177.3	54.5	2.1	inap.	996.8	94.3
Tetitlán	1975	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	250.0	420.0	195.0	205.5	58.0	inap.	inap.	1143.0	93.0
	1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	196.5	363.5	372.0	98.0	24.5	103.0	45.5	1203.0	85.6
	1977	2.0	0.0	0.0	0.0	43.6	268.5	399.0	180.0	105.8	83.0	1.0	5.5	1088.4	96.8
<b>Promedio Regional Anual</b>														<b>1230.5</b>	<b>88.0</b>

En el Cuadro 1 A del apéndice se presentan las características de los perfiles descritos.

#### 4.2 ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LOS SUELOS DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.

##### 4.2.1 Muestreo de suelos

Para ubicación de los experimentos se hizo un recorrido previo por la zona de estudio, con el propósito de seleccionar los sitios más representativos de los diferentes agrosistemas. En la Figura 3 se muestra la ubicación de los experimentos.

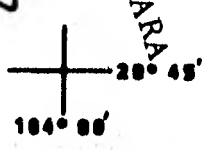
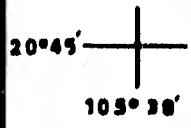
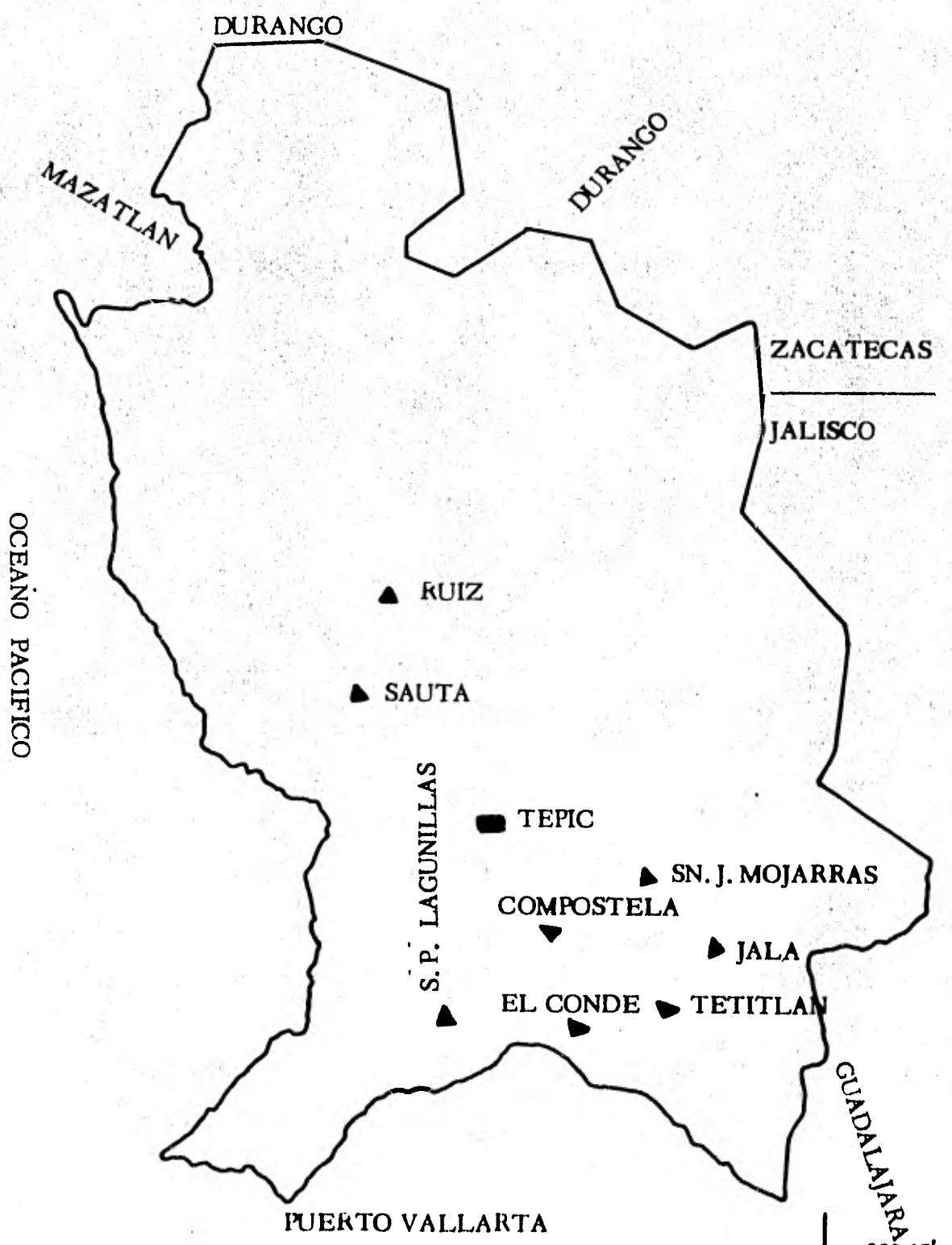
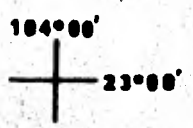
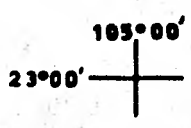
En cada uno de los sitios se tomaron tres muestras en zig-zag a las profundidades de 0-30 y 30-60 cm; formando una muestra compuesta para cada profundidad necesaria para la determinación de sus características físico-químicas.

##### 4.2.2 Procedimiento de laboratorio

En las muestras de suelo procedentes de cada sitio experimental, se determinaron las características físico-químicas siguientes: contenido de nitrógeno total; de fósforo, potasio, calcio y magnesio aprovechables; de materia orgánica; pH, conductividad eléctrica, textura, capacidad de intercambio catiónico, capacidad de campo y densidad aparente. Estas determinaciones las efectuó el personal del laboratorio de suelos del Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Los métodos empleados para estas determinaciones fueron los siguientes:

FIGURA 3. UBICACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES, DE LA REGION EN ESTUDIO.



El nitrógeno total se determinó por el método Kjeldahl modificado - por Gurning. ( Horwitz et al. 1970 ).

El fósforo asimilable se determinó por el método Bray P 1. ( Bray y Kurtz 1945 ).

El potasio, el calcio y el magnesio asimilables se determinaron por - el método de Peech. ( Peech y English, 1944 ).

El contenido de materia orgánica se determinó por el método de com bustión húmeda de Walkley y Black modificado por Walkley. ( Walkley, - 1947 ).

La textura se determinó por el método del hidrómetro de (Bouyoucos, 1951 ).

El pH se determinó por el método potenciométrico en una suspensión con relación 1:2 suelo-agua ( Richards, 1954 ).

La conductividad eléctrica se determinó por el método del puente de conductividad en una suspensión con relación 1:1 suelo-agua ( Richards, - 1954 ).

La capacidad de intercambio catiónico se determinó por el método - del acetato de amonio 1.0 N con pH 7.0 ( Shollenberger y Simón, 1945 ).

La capacidad de campo se determinó por el método de la olla de pre sión, como el contenido de humedad del suelo en equilibrio con una succión de 0.33 atmósferas. ( Richards, 1954 ).

#### 4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

##### 4.3.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con arreglo de

parcelas divididas, con 15 tratamientos y cuatro repeticiones. Los 15 tratamientos estudiados se obtuvieron de la combinación de cinco variedades de maíz y tres tratamientos de fertilización nitrofosfatada. En la parcela grande se establecieron los tratamientos de fertilización y en las parcelas chicas las variedades.

### Variedades

Las cinco variedades que se utilizaron se presentan en el Cuadro 2, de las cuales las cuatro primeras son recomendadas por el Programa de Maíz del Campo Agrícola Experimental "Santiago Ixcuintla" del INIA, y la B-670 es una variedad comercial, la cual se seleccionó por sembrarse en gran extensión en la región.

### Fertilización

Las fuentes de fertilización utilizadas fueron mediante la combinación de los fertilizantes, nitrato de amonio ( 33.5% de N ) con el superfosfato triple de calcio ( 46% de fósforo como  $P_2O_5$  ), y la Urea ( 46% de N ) con el fosfato de amonio ( 18-46-00 ).

La combinación de los tratamientos estudiados en cada uno de los Agrosistemas, se pueden observar en el Cuadro 3.

## 4.4 OPERACIONES DE CAMPO

### 4.4.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno, para las siembras de humedad residual en temporal consistió en dar un barbecho y un rastreo, posteriormente se pasó un tablón para emparejar el terreno y esperar a que se uniformizara la humedad para luego sembrar.



Cuadro 2. Características agronómicas de las cinco variedades estudiadas.

Variedades	Ciclo ve getativo	Días a flor	Altura ( cm )		Rend. kg/ha
			Planta	Mazorca	
Tabloncillo	Tardío	73	332	180	3 000
Tampiqueño	Tardío	72	324	174	3 300
H - 507	Tardío	74	302	128	3 600
V - 524	Intermedio	63	225	110	3 800
B - 670	Tardío	74	255	112	3 000

Cuadro 3. Tratamientos utilizados en cada uno de los agrosistemas estudiados. Ciclo agrícola P-V 1981.

<u>Suelos de Humedad Residual en Temporal</u>		<u>Suelos Café-Rojizos de Valles</u>		<u>S u e l o s Negros</u>		<u>Suelos Café-Rojizos de la Costa</u>	
Fertiliza- ción	Variedades	Fertiliza- ción	Variedades	Fertiliza- ción	Variedades	Fertiliza- ción	Variedades
00-00-00	Tabloncillo	00-00-00	Tabloncillo	00-00-00	Tabloncillo	00-00-00	Tabloncillo
00-00-00	Tampiqueño	00-00-00	Tampiqueño	00-00-00	Tampiqueño	00-00-00	Tampiqueño
00-00-00	H - 507	00-00-00	H - 507	00-00-00	H - 507	00-00-00	H - 507
00-00-00	V - 524	00-00-00	V - 524	00-00-00	V - 524	00-00-00	V - 524
00-00-00	B - 670	00-00-00	B - 670	00-00-00	B - 670	00-00-00	B - 670
120-60-00	Tabloncillo	120-60-00	Tabloncillo	120-60-00	Tabloncillo	120-60-00	Tabloncillo
120-60-00	Tampiqueño	120-60-00	Tampiqueño	120-60-00	Tampiqueño	120-60-00	Tampiqueño
120-60-00	H - 507	120-60-00	H - 507	120-60-00	H - 507	120-60-00	H - 507
120-60-00	V - 524	120-60-00	V - 524	120-60-00	V - 524	120-60-00	V - 524
120-60-00	B - 670	120-60-00	B - 670	120-60-00	B - 670	120-60-00	B - 670
120-60-00	Tabloncillo	100-60-00	Tabloncillo	80-40-00	Tabloncillo	120-40-00	Tabloncillo
120-60-00	Tampiqueño	100-60-00	Tampiqueño	80-40-00	Tampiqueño	120-40-00	Tampiqueño
120-60-00	H - 507	100-60-00	H - 507	80-40-00	H - 507	120-40-00	H - 507
120-60-00	V - 524	100-60-00	V - 524	80-40-00	V - 524	120-40-00	V - 524
120-60-00	B - 670	100-60-00	B - 670	80-40-00	B - 670	120-40-00	B - 670

Para las siembras de temporal se barbechó después de la primera lluvia, y cuando la maleza tenía un promedio de 10 cm de altura se rastreó e inmediatamente se procedió a sembrar orientando el surcado en sentido perpendicular a la pendiente, para evitar la erosión hídrica.

#### 4.4.2 Siembra

La fecha de siembra de los experimentos se efectuó cuando tradicionalmente lo hace el agricultor, con una distancia entre surcos de 70 cm y entre plantas de 29 cm, para de esta forma ajustar una densidad de población de 46 000 plantas por hectárea.

Se sembraron dos semillas cada 29 cm y 20 días después se aclaró, dejando una planta por mata.

#### 4.4.3 Fertilización

La aplicación del fertilizante fue fraccionada; en la siembra se aplicó todo el  $P_2O_5$  y de  $1/3$  a  $1/2$  del nitrógeno, el resto de nitrógeno se aplicó en la primera labor para las siembras de temporal. En las siembras de humedad residual al inicio de las lluvias se dió la primera fertilización, con todo el fósforo y la mitad del nitrógeno; para entonces la planta presentaba una altura aproximada de 30 a 35 cm, a la última hoja ligulada, y existía competencia de arvencas, por lo que enseguida de la fertilización se realizó el primer cultivo, a la vez que se tapó el fertilizante se eliminaron las malezas, el resto del nitrógeno se aplicó cuando el cultivo estaba en la etapa de hoja bandera.

#### 4.4.4 Plagas

Durante la etapa de crecimiento de la planta en sucesión acrópeta se presentaron algunas plagas, detectándose por su importancia económica - ( en la zona costera del Estado ) el gusano cogollero ( Spodoptera Frugiperda ), su control se realizó utilizando productos comerciales como el Sevín 5% G, Dipterex 2.5%, Permevin 3% G y Servín 80% PS. Otras plagas - relativamente importantes ( en el sur del Estado ) son las del suelo, entre las cuales sobresalieron la gallina ciega y el gusano de alambre, para su control se utilizó Volatón 2.5% G y Basudín 2% G. La importancia de las plagas del suelo es que destruyen al sistema radical de la planta causando fuertes fallas en la población deseada.

#### 4.4.5 Malezas

Las arbeces más comunes que se presentaron son el guardalobo, - oreja de ratón, aceitilla, quelite, trompillo y rosa amarilla, de un 15 a - 25 por ciento de infestación cada una, además algunos zacates como el Z. fresadilla, grama lisa y pitillo de un 20 a 25 por ciento de infestación, las cuales se controlaron en forma mecánica.

#### 4.4.6 Enfermedades

En cuanto a enfermedades se refiere, aunque no tienen importancia económica se presentaron el tizón de la hoja ( Helminthosporium sp ), - mancha de la hoja ( Curvularia lunata ), y la pudrición de la mazorca - - ( Fusarium sp ), al respecto lo que se recomienda es hacer una buena selección de la semilla para evitar la proliferación de las enfermedades en años subsecuentes.

## 4.4.7 Cosecha

En cada parcela se cosecho un área útil de 13.5 m<sup>2</sup>. La cosecha se realizó en forma manual, hechando las mazorcas en costales de ixtle para pesarlas en campo y posteriormente proceder a realizar los cálculos de - factor de superficie ( FS ), factor de desgrane ( FD ), y factor de humedad (FH ).

Con los cálculos antes mencionados se puede obtener el rendimiento del grano de maíz, en ton/ha.

$$\text{Rend. ton/ha} = \frac{(\text{Peso Mzcas. /P.V.}) (\text{F.D}) (\text{F.H}) (\text{F.S})}{1000}$$

Donde : P.V. = parcela útil

$$\text{F.S.} = \frac{10\,000 \text{ m}^2}{\text{parcela útil}}$$

$$\text{F.D.} = \frac{\text{Peso de grano en 5 mazorcas}}{\text{Peso de 5 mazorcas}}$$

$$\text{F.H.} = \frac{100 - \% H}{86}$$

## 4.5 VARIABLES OBSERVADAS

Las variables que se usaron para evaluar el experimento fueron, en planta: Rendimiento de grano ( ton/ha ), altura de planta, altura de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.

En suelo: Reacción del suelo ( pH ), Nitrógeno, Fósforo, Calcio, - - Magnesio, materia orgánica del suelo, arena, limo, arcilla, capacidad de Intercambio Catiónico, capacidad de campo, densidad aparente, conductividad eléctrica, por ciento de humedad del suelo a la siembra, por ciento de humedad en el suelo a fase vegetativa inicial, por ciento de humedad

en el suelo a fase vegetativa activa, por ciento de humedad en el suelo a fase inicial de llenado del grano, por ciento de humedad en el suelo a fase de llenado activo del grano.

En Clima: Temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación (Cuadro 3').

En Manejo : Tratamiento de fertilización y variedades.

#### 4.6 ANALISIS ESTADISTICO

Análisis de varianza para la variable número de plantas cosechadas por parcela útil, y corrección por covarianza en caso de existir diferencia significativa.

Análisis de varianza por sitio experimental para rendimiento de grano ajustado al 14% de humedad, y para cada una de las componentes de rendimiento, acompañado por sus pruebas de medias, mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad de error (Cuadro 8 A del Apéndice).

Análisis de varianza combinado para rendimiento y componentes de rendimiento entre agrosistemas.

Correlación simple entre sitios, de todas las variables empleadas en el estudio para los tratamientos de fertilización.

Modelos de regresión entre agrosistemas para los tratamientos de fertilización, por medio del método Stepwise modificado.

CUADRO : 3' VARIABLES EMPLEADAS EN EL ESTUDIO, INDICAN-  
DO, SU SIMBOLO Y CODIFICACION.

SIMBOLO	V A R I A B L E	CODIFICACION
REND	Rendimiento del grano	Ton/ha
ALT	Altura de planta	En metros
ALMAZ	Altura de mazorca	En metros
NOHIL	Número de hileras por mazorca	
NOGRH	Número de granos por hilera	
pH	Reacción del suelo	Unidades de pH
N	Nitrógeno total del suelo	ppm
P	Fósforo asimilable del suelo	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
I	Calcio asimilable del suelo	Kg/ha
M	Magnesio asimilable del suelo	Kg/ha
O	Materia orgánica del suelo	Por ciento
A	Arena del suelo	Por ciento
T	Arcilla del suelo	Por ciento
LM	Limo del suelo	Por ciento
C	Capacidad de interc. catiónico	Meq/100 g
L	Capacidad de campo	Por ciento
D	Densidad aparente	
Ps <sub>1</sub>	Por ciento de humedad en el suelo al momento de la siembra.	Por ciento
Ps <sub>2</sub>	Por ciento de humedad en el suelo al momento de la fase vegetativa inicial.	Por ciento
Ps <sub>3</sub>	Por ciento de humedad en el suelo al momento de fase vegetativa activa.	Por ciento
Ps <sub>4</sub>	Por ciento de humedad en el suelo al momento de fase inicial de llenado - del grano.	Por ciento
Ps <sub>5</sub>	Por ciento de humedad en el suelo al momento de fase de llenado activo - del grano.	Por ciento
CE	Conductividad eléctrica	mmhos/cm
T <sub>máx</sub>	Temperatura máxima	°C
T <sub>mín</sub>	Temperatura mínima	°C
Pp	Precipitación	Milímetros
Ev	Evaporación	Milímetros

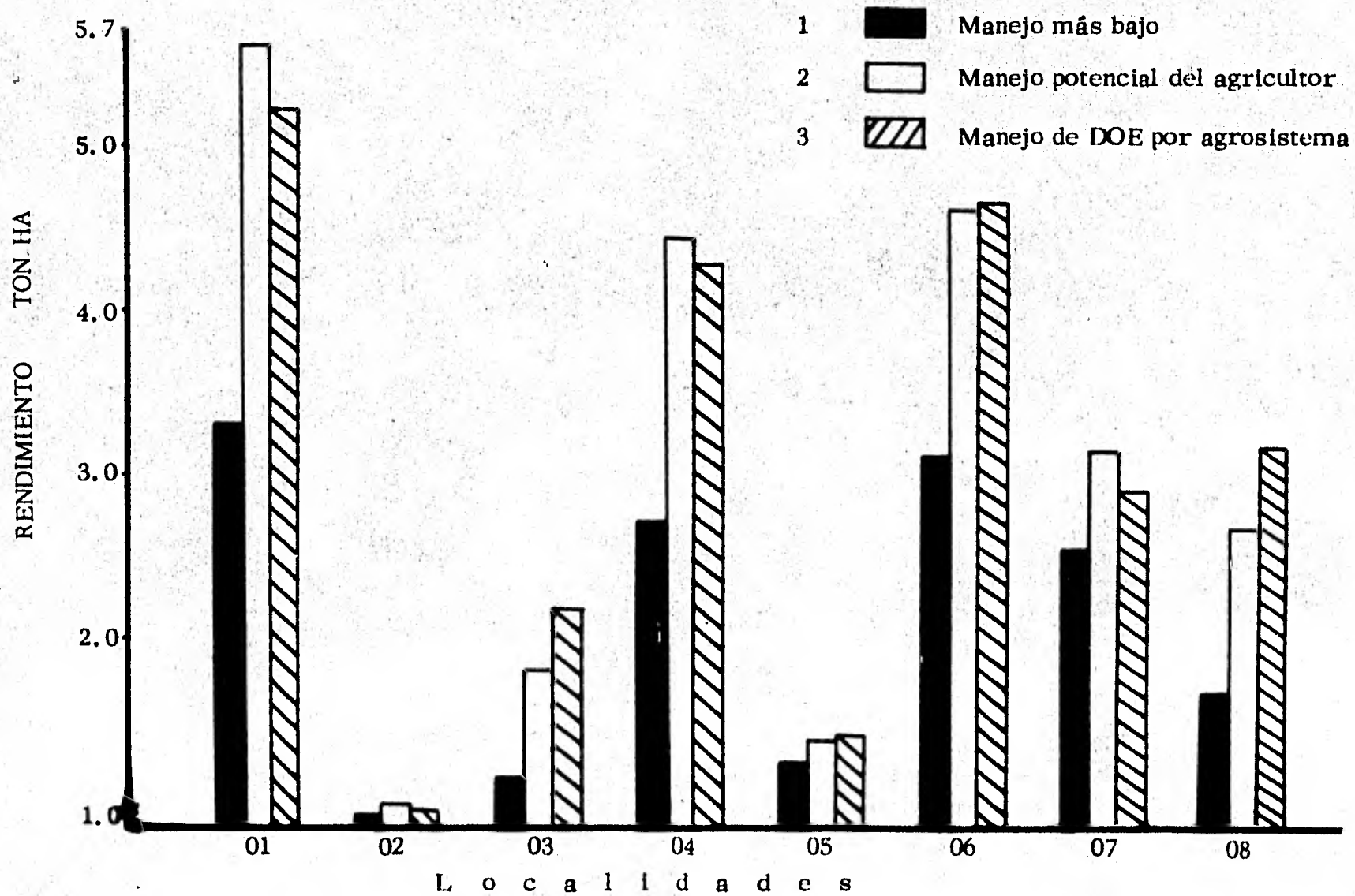
## V. RESULTADOS

La producción de maíz en los ocho sitios experimentales ( Figura 17A del apéndice ) varió de 0.800 ton/ha a 3.31 ton/ha para el nivel de manejo mas bajo ( 00-00-00 ). Para el manejo de dosis óptima económica por agrosistema la producción varió de 1.426 a 4.671 ton/ha y para el manejo de algunos agricultores ( 120-60-00 ) la producción fue de 0.976 a 5.619 ton/ha ( Figuras 18A - 21A del apéndice ); con una densidad de población de 46 000 plantas/ha para los tres tipos de manejo. En general, se observa un aumento en la producción a media que aumenta la intensidad del manejo ( Figura 4 ).

A continuación se presentan los resultados de los análisis de varianza, para rendimiento y componentes de rendimiento, para cada localidad y entre localidades, así como las pruebas de comparación de medias para aquellos factores y variables en los que se detectaron diferencias significativas. Asimismo se presentan los coeficientes de correlación simple entre los factores de sitio y el rendimiento de grano y por último, las ecuaciones de regresión obtenidas por medio del método de Stepwise y que explican mejor el rendimiento de grano.



FIGURA 4. RENDIMIENTO MEDIO OBTENIDO POR TRATAMIENTO DE FERTILIZACION EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES ESTUDIADAS.



Cuadro 4. Significancia de factores de variación al nivel del 5% (\*) detectadas por el análisis de varianza para rendimiento en las ocho localidades . Ciclo Agrícola P-V 1981

F - V	San Pedro Lagunillas	Jala	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Ruiz
Repeticiones						*		*
Fertilización	*			*		*		*
Variedades	*		*	*	*	*	*	*
Interacción fertiliza- ción por variedades				*				

Cuadro 5. Comparación del rendimiento medio (ton/ha) de los tratamientos de fertilización, por localidades Ciclo Agrícola P-V 1981.

Fertilización	L o c a l i d a d			
	San Pedro Lagunillas	Compostela	Tetitlán	Ruiz
Agricultor 120-60-00	5.621 a*	4.447 a	4.612 a	2.693 a
INIA 120-60-00	5.226 a	-	-	-
INIA 120-40-00	-	-	-	3.171 a
INIA 100-60-00	-	4.281 a	-	-
INIA 90-40-00	-	-	4.669 a	-
Testigo 00-00-00	3.321 b	2.738 b	3.114 b	1.693 b
DSH=ton/ha	0.992	0.736	0.925	1.314

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

Se observan en el Cuadro 5 los rendimientos estadísticamente iguales entre sí, de los tratamientos de fertilización utilizados por el agricultor y el recomendado por el INIA; con el tratamiento testigo se obtienen los menores rendimientos en las cuatro localidades.

Cuadro 6. Comparación del rendimiento medio (ton/ha) de las variedades, en siete localidades. Ciclo Agrícola P-V 1981

Localidad	V a r i e d a d e s					DSH ton/ha
	Tablon- cillo	Tampi- queño	H-507	V-524	B-670	
San Pedro Lagunillas	5.377 a*	4.992 a	4.131 b	3.985 b	5.128 a	0.800
San José de Mojarras	1.759 b	0.892 c	1.559 b	1.719 b	2.992 a	0.854
Compostela	3.998 bc	2.524 d	3.365 c	4.317 ab	4.903 a	0.597
El Conde	1.468 ab	0.811 b	1.460 ab	1.591 a	1.436 ab	0.702
Tetitlán	4.009 b	2.633 c	4.458 ab	4.310 b	5.248 a	0.857
Sauta	2.355 c	0.917 d	2.739 c	3.662 b	4.763 a	0.839
Ruiz	2.194 a	0.642 b	3.225 a	3.028 a	3.507 a	1.459

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

Se presenta en el Cuadro 6 a la variedad B-670 como la más rendidora y la de mayor adaptabilidad entre los sitios experimentales; las variedades Tabloncillo y V-524 son las que le siguen en rendimiento, pero en algunas localidades la B-670, la V-524 y el Tabloncillo estadísticamente son iguales.

Cuadro 7. Comparación del rendimiento medio en la interacción, fertilización por variedad, en la localidad de Compostela. P-V 1981.

Fertilización	X	Variedad	Rendimiento ton/ha
100-60-00	x	V-524	5.446 a*
100-60-00	x	B-670	5.415 a
120-60-00	x	B-670	5.404 a
120-60-00	x	Tabloncillo	5.320 a b
120-60-00	x	V-524	4.520 a b c
120-60-00	x	H-507	4.090 b c d
00-00-00	x	B-670	3.891 c d
100-60-00	x	H-507	3.813 c d
100-60-00	x	Tabloncillo	3.656 c d
100-60-00	x	Tampiqueño	3.075 d e
00-00-00	x	Tabloncillo	3.017 d e
00-00-00	x	V-524	2.986 d e
120-60-00	x	Tampiqueño	2.904 d e f
00-00-00	x	H-507	2.192 f
00-00-00	x	Tampiqueño	1.606 f

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

Se percibe en el Cuadro 7 que la variedad V-524 presenta los más altos rendimientos con el tratamiento de fertilización 100-60-00; siendo estadísticamente igual su rendimiento con el tratamiento 120-60-00; los rendimientos de Tabloncillo y B-670 son iguales entre sí a los tratamientos antes dichos.

Cuadro 8. Significancia de factores de variación al nivel del 5% detectadas por el análisis de varianza para la variable altura de planta en las ocho localidades estudiadas. Ciclo Agrícola P-V 1981.

F - V	San Pedro Lagunillas	Jala	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Ruiz
Repeticiones							*	
Fertilización				*			*	
Variedades	*	*	*	*	*	*	*	*
Interacción fertiliza- ción por variedades								

Cuadro 9. Media para la variable altura de planta (en metros) de los tratamientos de fertilización. P-V 1981

Localidad	Agricultor 120-60-00	INIA 120-40-00	INIA 100-60-00	Testigo 00-00-00	DSH=m
Compostela	2.93 a*	-	2.78 a	2.56 b	0.21
Sauta	2.84 a b	2.93 a	-	2.75 b	0.14

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error

Se manifiestan en el Cuadro 9, alturas estadísticamente iguales entre sí para los tratamientos de fertilización 120-60-00 y 100-60-00 para la localidad de Compostela, de igual forma se observa que en la localidad de Sauta los tratamientos de fertilización 120-60-00 y el testigo (00-00-00) son estadísticamente iguales entre sí, pero con menor altura que el tratamiento - - - - 120-40-00, que es el que mostró diferencia significativa.

Cuadro 10. Altura de planta en las variedades, dentro de las ocho localidades.  
Ciclo Agrícola P-V 1981.

Localidad	V a r i e d a d e s					DSH=m
	Tampiqueño	Tabloncillo	H-507	B-670	V-524	
San Pedro Lagunillas	3.79 a*	3.32 b	3.17 bc	2.95 c	2.64 d	0.29
Jala	2.54 a	1.48 b	1.31 b	1.25 b	0.95 b	0.86
San José de Mojarras	2.53 a	2.52 ab	2.27 b	2.27 b	1.87 c	0.22
Compostela	3.08 a	2.96 ab	2.75 bc	2.70 bc	2.32 d	0.22
El Conde	2.71 a	2.58 ab	2.44 bc	2.32 cd	2.14 d	0.19
Tetitlán	3.47 a	3.20 b	2.55 d	2.99 c	2.54 d	0.20
Sauta	3.19 a	3.02 ab	2.77 b	2.75 bc	2.48 c	0.29
Ruiz	3.29 a	3.06 b	2.42 d	2.79 c	2.42 d	0.22

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error

Puede apreciarse en el Cuadro 10 que la variedad Tampiqueño presentó mayor altura de planta, siendo estadísticamente igual a la altura de planta de Tabloncillo en algunos sitios, y superiores a H-507, B-670 y V-524



Cuadro 11. Significancia de factores de variación al nivel del 5% (\*) detectadas por el análisis de varianza para la variable altura de mazorca en las ocho localidades. Ciclo Agrícola P-V 1981

F - V	San Pedro Lagunillas	Jala	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Ruiz
Repeticiones								
Fertilización			*	*		*		
Variedades	*	*	*	*	*	*	*	*
Interacción fertiliza- ción por variedades								

Cuadro 12. Media para la variable altura de mazorca (en metros) de los tratamientos de fertilización. P-V 1981

Localidad	F e r t i l i z a c i ó n				DSH=m
	Agricultor 120-60-00	INIA 100-60-00	INIA 80-40-00	Testigo 00-00-00	
San José de Mojarras	1.11 ab*	1.21 a	-	0.78 b	0.42
Compostela	1.65 a	1.58 a	-	1.27 b	0.09
Tetitlán	1.71 a	-	1.59 ab	1.42 b	0.22

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

Se indican en el Cuadro 12, alturas de mazorca estadísticamente iguales entre sí para los tratamientos de fertilización utilizados por el agricultor y el recomendado por el INIA, superiores asimismo al tratamiento testigo que es el que presentó menor altura de mazorca.

Cuadro 13. Altura de mazorca en las variedades, dentro de las ocho localidades. Ciclo Agrícola P-V 1981.

Localidad	V a r i e d a d e s					DSH=m
	Tampiqueño	Tabloncillo	H-507	B-670	V-524	
San Pedro Lagunillas	2.23 a*	1.98 ab	1.82 bc	1.65 cd	1.36 d	0.31
San José de Mojarras	1.19 a	1.05 a	1.17 a	1.04 a	0.37 b	0.28
Compostela	1.81 a	1.72 a	1.51 b	1.38 b	1.07 c	0.17
El Conde	1.55 a	1.43 ab	1.34 bc	1.18 c	0.95 d	0.17
Tetitlán	2.10 a	1.81 b	1.15 d	1.59 c	1.22 d	0.13
Sauta	1.75 a	1.64 ab	1.51 bc	1.48 c	1.12 d	0.16
Ruiz	1.85 a	1.71 ab	1.11 b	1.59 c	1.23 c	0.22
Jala	1.38 a	1.12 a	0.57 b	0.54 b	0.37 b	0.28

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

Se distinguen en el Cuadro 13 que en la mayoría de los sitios experimentales las variedades Tampiqueño y Tabloncillo presentaron mayor altura de mazorca, al resto de las variedades.

Cuadro 14. Significancia de factores de variación al nivel del 5% (\*) detectadas por el análisis de varianza para la variable número de hilera por mazorca, en las ocho localidades. Ciclo Agrícola P-V 1981

F - V	San Pedro Lagunillas	Jala	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Ruiz
Repeticiones				*				
Fertilización				*				
Variedades			*	*		*	*	*
Interacción fertiliza- ción por variedades								*

Cuadro 15. Media para la variable número de hileras por mazorca en los tratamientos de fertilización. P-V 1981.

Localidad	F e r t i l i z a c i ó n			DSH
	120-60-00	100-60-00	00-00-00	
Compostela	14 a*	14 a	13 b	0.40

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad.

En el Cuadro 15 se observa número de hileras por mazorca estadísticamente inferiores y diferentes con el tratamiento testigo (00-00-00); son iguales entre sí el número de hileras por mazorca en los tratamientos 120-60-00 y 100-60-00

Cuadro 16. Número de hileras por mazorca producidas en las variedades, por localidades. P-V 1981

Localidad	V a r i e d a d e s					DSH
	B-670	H-507	V-524	Tabloncillo	Tampiqueño	
San José de Mojarras	15 a*	14 a	13 a	12 ab	10 b	3.17
Compostela	15 a	15 a	13 b	13 b	13 b	1.36
Tetitlán	16 a	15 ab	14 b	14 bc	13 c	1.29
Sauta	15 a	15 a	14 ab	13 b	13 b	1.36
Ruiz	15 a	14 ab	15 a	13 bc	12 c	1.22

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

Se observa en el Cuadro 16 una producción de hileras por mazorca en las variedades B-670 y H-507 estadísticamente igual y superiores en algunas localidades a las variedades V-524, Tabloncillo y Tampiqueño.

Cuadro 17. Número de hileras por mazorca en la interacción fertilización por variedad. Localidad Ruiz. P-V 1981

Fertilización	x	Variedad	No.de hileras por Mazorca				
120-60-00	x	H-507	16.00	a*			
120-60-00	x	V-524	15.50	a	b		
120-40-00	x	B-670	15.25	a	b	c	
120-60-00	x	B-670	15.00	a	b	c	
00-00-00	x	V-524	15.00	a	b	c	
00-00-00	x	B-670	14.25	a	b	c	d
120-40-00	x	V-524	13.75	a	b	c	d
120-40-00	x	Tabloncillo	13.25		b	c	d
120-60-00	x	Tabloncillo	13.25		b	c	d
00-00-00	x	Tabloncillo	13.25		b	c	d
120-40-00	x	H-507	13.00		b	c	d
00-00-00	x	Tampiqueño	13.00		b	c	d
120-40-00	x	Tampiqueño	12.75			c	d
120-60-00	x	Tampiqueño	12.25				d
00-00-00	x	H-507	12.25				d

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

DSH = 2.69

Se mira en el Cuadro 17 que la variedad H-507 presentó el mayor número de hileras por mazorca con el tratamiento de fertilización 120-60-00, asimismo se observa que la misma variedad manifiesta el menor número de hileras por mazorca con el tratamiento testigo (00-00-00).

Cuadro 18. Significancia de factores de variación al nivel del 5% (\*) detectadas por el análisis de varianza para la variable número de granos por hilera en las ocho localidades. Ciclo Agrícola P-V 1981

F - V	San Pedro Lagunillas	Jala	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Ruiz
Repeticiones						*		
Fertilización						*		
Varietades			*					
Interacción fertiliza- ción por variedades								



Cuadro 19. Media para la variable número de granos por hilera en los tratamientos de fertilización. P-V 1981

Localidad	F e r t i l i z a c i ó n			DSH
	120-60 -00	80-40-00	00-00-00	
Tetitlán	35 a*	33 ab	31 b	2.01

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad

Se distingue en el Cuadro 19 que el número de granos por hilera es igual estadísticamente con los tratamientos de fertilización 120-60-00 y 80-40-00; con el tratamiento testigo se obtiene el menor número de granos por hilera.

Cuadro 20. Número de granos por hilera producidos por las variedades.  
P-V 1981

Localidad	V a r i e d a d e s					DSH
	H-507	B-670	V-524	Tabloncillo	Tampiqueño	
San José de Mojarras	30 a*	30 a	29 a	25 a	22 b	7.8

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

Se observa en el Cuadro 20 que el número de granos por hilera es estadísticamente igual en las primeras cuatro variedades y diferentes al Tampiqueño.

Cuadro 21. Análisis de varianza combinado entre localidades para la variable rendimiento en grano ( ton/ ha ). P-V 1981.

F de V	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	F t 5%
Localidad	7	798'630,333.2	114'090,047.6	51.64*	2.42
Rep. ( Loc ) Error a	24	53'023,260.0	2'209,302.5		
Fertilización	2	40'277,860.2	20'138,930.17	25.47*	3.23
Loc. * Fert.	14	50'967,830.2	3'640,559.28	4.60	1.92
Rep. * Fert. ( Loc ) Error b	48	37'950,671.0	790,638.98		
Variedades	4	10'864,730.0	2'716,182.56	8.39 <sup>n</sup>	2.37
Fert. * Vara	8	7'135,859.2	891,982.45	2.76	1.94
Loc. * Vara	28	76'617,182.0	2'807,756.58	8.67	1.46
Loc. * PG * PCH	56	33'757,169.6	602,806.62	1.86	1.32
Residual Error C	288	93'240,361.7	323,751.25		

## Análisis de Varianza Combinado entre Localidades

Cuadro 22. Rendimiento medio (ton/ha) entre las ocho localidades. P-V 1981

Localidad	Rendimiento ton/ha.	
San Pedro Lagunillas	4.723	a*
Tetitlán	4.132	a b
Compostela	3.823	b
Sauta	2.887	c
Ruiz	2.519	c d
San José de Mojarrás	1.785	d e
El Conde	1.354	e
Jala	0.904	e

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

D.S.H. = 0.898 ton/ha.

En el Cuadro 22, se presenta a la localidad de San Pedro Lagunillas, como la de mayor producción, siendo estadísticamente igual a la producción de Tetitlán y superiores a las de las restantes localidades.

## Análisis de Varianza Combinado entre Localidades

Cuadro 23. Rendimiento medio (ton/ha) de los tratamientos de fertilización entre sitios. P-V 1981

Trat. de Fert.	Rendimiento ton/ha.	
Potencial del Agricultor	3.030	a*
Dosis óptima económica generada por INIA	2.905	a
Testigo	2.362	b

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

DSH = 0.241 ton/ha.

Se observan en el Cuadro 23, rendimientos estadísticamente iguales entre sí para los tratamientos de fertilización utilizados por el Agricultor y el recomendado por el INIA; con el tratamiento testigo se obtienen los rendimientos inferiores entre localidades.

## Análisis de Varianza Combinado entre Localidades

Cuadro 24. Rendimiento medio (ton/ha) de las variedades entre los ocho sitios experimentales. P-V 1981

Variedad	Rendimiento ton/ha	
B-670	3.018	a*
Tabloncillo	2.862	a b
Tampiqueño	2.654	b
V-524	2.651	b
H-507	2.645	b

\* Letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad de error.

DSH = 0.224 ton/ha.

Se nota en el Cuadro 24 que la variedad B-670 presenta los mas altos rendimientos entre sitios, siendo estadísticamente igual a Tabloncillo.

CUADRO 25. COEFICIENTES DE CORRELACION SIMPLE DE 2 A 2 ENTRE LOS FACTORES DE SITIO Y EL RENDIMIENTO DE GRANO.

	PH	N	P	I	M	O	A	T	C	L	D	Ps <sub>1</sub>	Ps <sub>2</sub>	Ps <sub>3</sub>	Ps <sub>4</sub>	Ps <sub>5</sub>	LM	CE
PH	1.000	-0.5737	-	0.5837	0.6819	-0.3145	-	-0.1570	-	-0.4038	0.1677	-0.5867	-0.3870	-0.1848	-0.3105	-	0.2839	0.7148
N		1.0000	-0.3668	-0.1665	-0.2069	-0.4088	-0.5064	0.6140	-	0.7764	0.2276	0.8478	0.8748	0.6819	0.8195	-	-0.5504	-0.2679
P			1.0000	-0.5533	-0.4112	-0.6440	0.8575	-0.7686	-0.5179	-0.5934	0.7764	-0.4473	-0.1751	-0.6759	-0.6494	-0.4845	0.2111	-
I				1.0000	0.9650	0.4733	-0.5917	0.4074	0.6910	0.2075	0.7846	-	-	-	0.1727	0.5080	-	0.5644
M					1.0000	0.3272	-0.4544	0.3771	0.5742	-	0.6157	-0.1981	-0.1723	-	-	0.2833	-	0.5835
O						1.0000	-0.7109	0.5310	0.7831	0.6641	0.7320	0.5396	0.2082	0.3873	0.6972	0.6826	-	-0.1639
A							1.0000	-0.9427	-0.5281	-0.8857	-0.8606	-0.7110	-0.4913	-0.5465	-0.7457	-0.6045	0.3808	-
T								1.0000	0.3251	0.9355	0.5541	0.7690	0.6099	0.6120	0.6903	0.3458	-0.6548	-
C									1.0000	0.3044	0.5525	-	-0.2622	-	-	0.6442	0.2004	-
L										1.0000	0.5730	0.8964	0.5901	0.6635	0.8274	0.3574	-0.6121	-0.2981
D											1.0000	0.4505	0.2625	0.5507	0.6219	0.8411	-	0.3707
Ps <sub>1</sub>												1.0000	0.8690	0.6769	0.8059	0.3919	-0.5169	-0.2309
Ps <sub>2</sub>													1.0000	0.5986	0.5795	-	0.5543	-
Ps <sub>3</sub>														1.0000	0.8777	0.3817	-0.1975	-
Ps <sub>4</sub>															1.0000	0.4451	-0.2340	-
Ps <sub>5</sub>																1.0000	0.3833	0.2862
LM																	1.0000	0.3505
CE																		1.0000

LAS CIFRAS SE OBTUVIERON PARA EL NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE 5%

El coeficiente de correlación es una medida de la mutua relación entre dos variables. En el presente estudio de investigación se calculó la matriz de correlaciones con el objeto de tener una idea sobre el sentido y grado de asociación entre los factores de sitio y el rendimiento de grano. Dichos resultados se muestran en el Cuadro 25. En este Cuadro se observa que entre algunas de las variables de sitio existen las correlaciones significativas siguientes: La variable por ciento de arena del suelo está correlacionada con la capacidad de intercambio catiónico, el nitrógeno total, el por ciento de materia orgánica, el por ciento de arcilla del suelo, la capacidad de campo y el por ciento del limo del suelo. Y a su vez la variable capacidad de intercambio catiónico está correlacionada con la materia orgánica y el por ciento de arcilla del suelo. La reacción del suelo ( pH ) está correlacionado con el calcio, el magnesio, el por ciento de materia orgánica, el nitrógeno total y la conductividad eléctrica. La conductividad eléctrica está correlacionada con el calcio y el magnesio. Y por último, vemos que el por ciento de humedad en el suelo al momento de sembrar y en cuatro etapas fenológicas del cultivo está correlacionada con el nitrógeno total, el por ciento de arcilla del suelo, el por ciento de arena del suelo, el por ciento de materia orgánica y el fósforo asimilable.

En el presente estudio se incluyeron cuatro variables de planta, 18 variables de suelo y cuatro variables de clima, con el objeto de obtener una ecuación que sirva para que mediante las técnicas de Análisis de Regresión Múltiple encontrar el mejor modelo que con el menor número de variables nos ayude a explicar el máximo rendimiento. En el Cuadro 26, se observa que en el modelo seleccionado entraron dos variables de planta



(hileras por mazorca y granos por hilera ), cinco variables de suelo ( capacidad de campo, conductividad eléctrica, el por ciento del limo, el por ciento de humedad al momento de sembrar y el por ciento de arcilla ) y - una variable de clima ( precipitación ). Asimismo, se observa que con el valor de la  $R^2$  de esta ecuación fue posible explicar el 55 % de la variabilidad entre sitios del rendimiento de grano. Por lo tanto, se puede concluir que de las 26 variables evaluadas, solamente ocho nos están explicando el rendimiento.

Cuadro 26. Ecuaciones de regresión obtenidas en el presente estudio.

---

Suelo y Clima:

$$Y = 8610.1 - 239.99 L - 7650.48 CE - 31.92 LM - \\ 3203.54 D + 29.56 C$$

Para esta ecuación general se tuvo un valor de  $R^2 = 48\%$

Suelo, Clima y Planta:

$$Y = 3417.21 - 246.57 L - 4320.14 CE + 37.25 NOGRH + \\ 65.60 NOHIL - 72.86 LM + 532.43 PP + 31.55 Ps_1 - \\ 9.27 T$$

Para esta ecuación se tuvo un valor de  $R^2 = 55\%$

---

Cuadro 27. Algunas características físico-químicas de los suelos en que se ubicaron los experimentos.

Localidad	pH (R)	C. E. (E)	N-NO <sub>3</sub> (N)	Fósforo P	Potasio K	Calcio I	Magnesio M	M. O. (O)	Arena (A)	Limo (L)	Arcilla (T)
San Pedro Lagurillas	6.11	0.14	5.72	2.80	383.6	3 168	2 828	1.11	45.7	37.68	16.62
J a l a	6.40	0.10	2.80	7.84	98	180	2 800	0.13	75.84	19.82	4.34
San José de Mojarras	4.78	0.06	31.20	3.54	79.33	280	793.33	1.50	21.96	12.62	65.42
Compostela	5.20	0.10	11.50	2.80	110.92	3 270	3 016.92	1.02	22.69	13.12	64.19
El Conde	7.47	0.37	12.40	2.80	549.50	8 540	9 660	0.77	18.84	18.82	62.34
Tetitlán	6.28	0.30	5.40	8.12	787	1 794	2 030	0.73	55.84	32.82	11.34
Sauta	6.47	0.10	8.15	2.80	70	4 200	4 340	1.19	14.8	17.78	67.42
Rufz	6.35	0.20	8.6	2.80	98	9 520	10 640	2.07	17.84	31.82	50.34

Cuadro 27. Continuación ...

CIC (C)	D. Aparente (D)	C. C. (L)	% de h. en el s. al momento de sembrar (Ps <sub>1</sub> )	% de h. en el s. a f. veget. inicial (Ps <sub>2</sub> )	% de h. en el s. a f. veget. activa (Ps <sub>3</sub> )	% de h. en el s. a f. i. d LL del grano (Ps <sub>4</sub> )	% de h. en el s. a f. de LL. a. del grano (Ps <sub>5</sub> )
14.72	1.2716	25.09	18.05	17.9	31.5	28.55	26.05
4.3	0.6709	21.52	7.0	17.8	14.7	15.0	14.8
7.5	1.2001	39.73	53.45	44.55	36.45	41.65	22.65
19.9	1.2528	33.92	37.65	30.05	24.75	24.05	24.65
9.69	1.4566	31.1	27.09	33.65	31.45	30.05	23.65
9.86	1.1393	24.35	28.03	30.05	21.6	22.8	26.9
16.67	1.3299	36.11	35.7	26.7	31.0	31.6	26.65
35.64	1.5073	32.92	27.5	22.5	21.65	29.95	27.9

Cuadro 28. Ambito de las variables de sitio que fueron cuantificados en el campo y laboratorio. Promedio de cuatro repeticiones.

Variable	Símbolo	Valor bajo	Valor alto	Unidades
pH 1 : 2 en agua	pH	4.78	6.47	pH
Conductividad Eléctrica	CE	0.06	0.37	mmhos/cm
Nitratos	N	2.80	32.20	PPM
Fósforo	P	2.80	8.12	kg/ha
Potasio		70.0	787	kg/ha
Calcio	I	280	9520	kg/ha
Magnesio	M	793	10640	kg/ha
Materia Orgánica	O	0.13	2.07	%
Arena	A	14.8	75.84	%
Limo	LM	12.62	37.68	%
Arcilla	T	4.34	67.42	%
Capacidad de intercambio catiónico	C	4.3	35.64	meq/100
Capacidad de Campo	L	21.52	39.73	%
Densidad Aparente	D	0.67	1.50	Grs/cc
Porciento de humedad en el suelo al momento de la siembra	Ps <sub>1</sub>	7.0	53.4	%
Porciento de humedad en el suelo al momento de fase vegetativa inicial	Ps <sub>2</sub>	17.8	44.5	%
Porciento de humedad en el suelo al momento de fase vegetativa activa	Ps <sub>3</sub>	14.7	36.4	%
Porc. de Humd. en el suelo al momento de fase inicial de llenado del grano	Ps <sub>4</sub>	15.0	41.65	%
Porc. de Humd. en el suelo al momento de fase de llenado activo del grano	Ps <sub>5</sub>	14.8	27.9	%

Cuadro 29. Heterogeneidad del medio ambiente en algunas de las localidades, en que se ubicaron los sitios experimentales. P-V 1981.

Variables	L o c a l i d a d e s			
	San Pedro Lagunillas	San José de Mojarras	El Conde	Ruíz
pH	6.1	4.7	7.4	6.3
M.O.	1.1	1.5	0.7	2.0
Arena	45.7	21.9	18.8	17.8
Limo	37.6	12.6	18.8	31.8
Arcilla	16.7	65.5	62.4	50.4
Textura	Franco	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso
Temp. $\bar{x}$	25°C	22°C	25°C	27°C
Precipitación en las 4 etapas fenológ.	556	734	410	857
Distribución de la precipitación	Estuvo bien distribuida en las 4 etapas fe- nolog. del cultivo ( Cuadro 1 A )	Se Regis.ex cesos de pre cip. al inicio del cultivo ( Cuadro 3A )	Precipt.he terogénea y ausencia de ésta en f. v. i. y en f. i. ll. gr ( Cuadro 5A)	Se observa- ron excesos de lluvia en f. v. i. y f. v. a. ( Cuadro 8A)
Rend. ton/ha	4.7	1.7	1.3	2.5

f. v. i. = fase vegetativa inicial

f. v. a. = fase vegetativa activa

f. i. ll. gr. = fase inicial de llenado de grano

f. ll. a. gr. = fase de llenado activo del grano

## VI. DISCUSION

### 6.1 EFECTO POR LOCALIDADES

#### 6.1.1 Rendimiento

En cuanto a rendimiento, se observa en el Cuadro 4, que en el 25 % de los sitios experimentales las diferencias entre repeticiones fueron significativas, en tanto que en el restante 75% de sitios dichas diferencias fueron probabilísticamente no significativas, lo cual nos indica que pudimos haber utilizado un diseño experimental más sencillo, que el de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas.

La fertilización ejerció efecto significativo sobre el rendimiento en grano de maíz, en cuatro de las localidades estudiadas; en las cuales se lograron rendimientos estadísticamente iguales entre sí para los tratamientos de fertilización 120-60-00 ( utilizado por el agricultor ) y el de la dosis óptima económica, que varía de acuerdo a la localidad ( recomendado por INIA ); contrariamente a esto fue el tratamiento 00-00-00 ( testigo ), que manifestó los rendimientos más bajos ( 2.7 ton/ha ) en los diferentes sitios experimentales, mostrados en el Cuadro 5. En la localidad de San Pedro Lagunillas, se obtuvieron los mejores rendimientos ( 4.7 ton/ha ), y el contraste fue en el sitio experimental de Ruiz con menor producción ( 2.5 ton/ha ), lo cual agronómicamente es lógico dado que las características del medio ambiente en San Pedro Lagunillas, permitieron una mayor disponibilidad de humedad en el suelo, la que sirvió para que el fertilizante se disolviera oportunamente y fuese aprovechado por la planta ( Cuadro 27 ).

Con respecto a variedades, se observa en el Cuadro 6 que el potencial de rendimiento de los cinco genotipos es diferente, e influenciado por el medio ambiente ya que los factores de suelo y clima fueron distintos en cada sitio experimental, existiendo en algunos de ellos deficiencias de humedad en las etapas críticas del cultivo, dado que la fuente de agua para la planta lo constituye el temporal. En el Cuadro 29 se manifiesta la heterogeneidad del medio ambiente entre las localidades de prueba de los cinco genotipos estudiados; así tenemos que el pH del suelo va de 4.7 a 7.4, textura de arcilloso a franco, temperaturas medias de 22 a 27°C y precipitaciones de 410 a 857 mm durante las cuatro etapas fenológicas del cultivo, distribuidas de manera diferente en cada localidad; no obstante, algunos de los maíces mejorados presentaron cierto comportamiento de adaptabilidad en algunos de los sitios experimentales, debido a que estos materiales han sido seleccionados mediante ensayos de rendimiento en diferentes medios ambientes. La conducta de adaptación del criollo Tampiqueño, es característica de los materiales seleccionados en ambientes definidos y poco variables, ya que los criollos sólo han sido cultivados en su lugar de origen. Los resultados anteriores concuerdan con lo encontrado por Wilsie en 1962, quien menciona que una adaptación puede definirse como una característica de un organismo que tiene valor de sobrevivencia bajo las condiciones existentes en su habitat y cita a Daubenmire, quien señaló que tal característica o características pueden permitir a la



planta hacer mayor uso de los nutrimentos, agua, temperatura, luz disponible o bien, pueden dar protección contra factores adversos como temperaturas extremas, insectos y enfermedades.

De igual manera, Allard y Hansche en 1964 definen la adaptabilidad como la capacidad para modificar la aptitud de sobrevivir al cambiar el ambiente. Matsuo en 1975 mencionó que la adaptabilidad implica una propiedad por la cual los organismos capacitados sobreviven y se producen en ambientes fluctuantes. En el Cuadro 6, se ve que las cinco variedades estudiadas sobrevivieron en los distintos ambientes, pero no todos los genotipos se reprodujeron satisfactoriamente; pero cabe señalar que la adaptabilidad es una habilidad genética que resulta en la estabilización de las interacciones genético-ambientales por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos y que este carácter ha sido heredado por éstos a través del proceso evolutivo.

El comportamiento de los cinco genotipos, en las diferentes localidades, ha sido similar a la clasificación de Oka en 1967, quien ubica la adaptabilidad de los cultivos en dos categorías, adaptabilidad general y adaptabilidad específica. La primera se refiere a la habilidad de los cultivos para producir consistentemente un rendimiento alto en condiciones ambientales diferentes, tal es el caso de la variedad B-670 que es la que obtuvo los rendimientos más elevados en las localidades de Compostela, Tetitlán y Sauta; la segunda se refiere a la habilidad para reaccionar y resistir a una condición particular como es el caso que se presentó en la localidad de Jala en que todo el estudio estuvo sometido a un esfuerzo de hu

medad y que los únicos materiales que soportaron dicha condición fueron el criollo Tampiqueño y la variedad B-670.

Así también, se observa que los criollos Tabloncillo y Tampiqueño, presentan un comportamiento similar al mencionado por Muñoz et al. en 1976, en el cual hacen notar que la adaptación de los maíces criollos en México se observa en dos sentidos: adaptación vertical y adaptación horizontal; la primera es aquella que presenta genotipos muy rendidores en su localidad, tal es el caso de estos dos criollos en las localidades de San Pedro Lagunillas y Jala, donde manifiestan alta capacidad de rendimiento y son poco productivos en la zona costera de Nayarit. El tipo horizontal de adaptación la presentan genotipos rendidores en localidades diferentes, tal es el caso del criollo Tabloncillo en las localidades de San Pedro Lagunillas, Compostela y Tetitlán donde manifestó de cuatro a cinco toneladas por hectárea.

La interacción fertilización por variedades, resultó significativa en la localidad de Compostela; de los cinco genotipos estudiados, la variedad V-524 en combinación con el tratamiento de fertilización 100-60-00 es la que mostró el mejor rendimiento ( 5.4 ton/ha ), con un total de 13.5 hileras por mazorca y con 35 granos por hilera; contrariamente a esto en la interacción de la variedad Tampiqueño con el tratamiento 00-00-00 ( testigo ), se manifestó el rendimiento más bajo ( 1.6 ton/ha ), con 12 hileras por mazorca y 21 granos por hilera. Esta diferencia de respuesta de los dos genotipos a la fertilización nitrofosfatada puede deberse a ciertos procesos de acceso nutricional los cuales están implicados con los de ab-

sorción. El efecto de la fertilización es probable que influya en los resultados de la componente granos por hilera, la cual se asocia con la producción en un 27 por ciento; la componente hileras por mazorca es característica genotípica de la variedad, la cual se asocia en un 21 por ciento con el rendimiento (Cuadro 9 A del apéndice).

### 6.1.2 Altura de planta

Las diferencias detectadas por el análisis de varianza para la variable altura de planta se muestran en el Cuadro 8, en el cual se observa que en las localidades de Compostela y Sauta se registraron diferencias significativas por efecto de la fertilización; la mayor expresión de esta variable ( 2.87 m ) se obtuvo con la dosis 120-60-00 ( utilizada por el agricultor ) y con la tecnología recomendada por el INIA, que varía de acuerdo a la localidad. Con el tratamiento 00-00-00 ( testigo ) se logró la menor altura de planta ( 2.65 m ) en cada una de las localidades. Las diferencias en altura de planta entre lo fertilizado y lo no fertilizado fundamentalmente se deben a las necesidades nutricionales de la planta, las que favorecen en su total desarrollo según sean sus características genotípicas.

La altura de planta se manifestó con diferencias significativas entre variedades en cada uno de los sitios experimentales; se observa que el criollo Tampiqueño es el que presentó la mayor altura de planta ( 3.07 m ), en las ocho localidades, pero no mostró diferencias significativas en algunas de ellas con el Tabloncillo quien le siguió con una altura de 2.77 m; los materiales que en promedio presentaron el menor dato de esta variable ( 2.37 m ) fueron el H-507, B-670 y V-524. La razón por la cual los

criollos Tampiqueño y Tabloncillo hayan presentado mayor altura de planta que el resto de las variedades, se debe a las características genotípicas y del medio ambiente en que se desarrollan; la interacción de estos dos factores se configuró en una mayor elongación de los entrenudos, de estos dos materiales, la cual se inició 40 días después de la siembra.

### 6.1.3 Altura de mazorca

En las localidades de San José de Mojarras, Compostela y Tetitlán, la altura de mazorca manifestó efecto significativo de los tratamientos de fertilización donde las dosis 120-60-00, 100-60-00 y 80-40-00, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al tratamiento 00-00-00 (testigo); se observa en el Cuadro 12 que en la localidad de Tetitlán se obtuvo la mayor altura de mazorca ( 1.57 m ); y que en el agrosistema de suelos café-rojizos de Valles ( San José de Mojarras y Compostela ) se registró la menor altura de mazorca ( 1.26 m ). Es posible explicar lo anterior, en función de las características del medio ambiente en Tetitlán, con suelos de textura de migajón arenoso a francos, con precipitaciones homogéneas durante las cuatro etapas fenológicas del cultivo ( Cuadro 6 A del apéndice ), y con pH ligeramente ácido ( pH 6.3 ), en contraste con San José de Mojarras y Compostela donde se presentan suelos de textura arcillosa donde la capacidad de retención de humedad disminuye debido al efecto de labranza y con pH fuertemente ácido ( pH 4.9 ); lo cual da condiciones ventajosas al cultivo en Tetitlán que tiene una mejor capacidad de retención de humedad, la cual permitió que el fertilizante se utilizara con mayor eficiencia y propiciara una mayor altura de planta y por ende mayor

altura de mazorca.

Con respecto a variedades se observa en el Cuadro 13 que el criollo Tampiqueño mostró la mayor altura de mazorca ( 1.73 m ), y que en general no presenta diferencias significativas con el criollo Tabloncillo con altura de 1.55 m; contrariamente a éstos, los genotípos H-507, B-670 y V-524 fueron los que en promedio presentaron el menor dato de esta variable ( 1.18 m ). Estos resultados corroboran lo obtenido en altura de planta, que al igual que en altura de mazorca son características genotípicas y del medio ambiente en que se desarrollen.

#### 6.1.4 Número de hileras por mazorca

Con la observación de esta variable en el sitio experimental de Compostela, se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización 120-60-00 y 100-60-00, con el tratamiento 00-00-00 ( testigo ), en donde los dos primeros presentaron el mayor número de hileras por mazorca ( 14 hileras por mazorca ), los cuales son estadísticamente iguales entre sí y superiores al encontrado con el tratamiento 00-00-00, el que presentó un total de 13 hileras por mazorca. El hecho de que el número de hileras haya manifestado diferencias significativas para fertilización en la localidad de Compostela, posiblemente se deba a un error sistemático, lo cual concuerda con Tanaka y Yamaguchi ( 1977 ) quienes mencionan que el número de hileras por mazorca es un carácter genético que no es afectado fácilmente por las condiciones del cultivo.

En cuanto a la variable hileras por mazorca, se encuentran resultados acordes a los de Tapia ( 1966 ), investigador que detectó a esta varia-

ble con diferencia estadística significativa; en los sitios experimentales de San José de Mojarras, Compostela, Tetitlán, Sauva y Ruíz se encontraron diferencias significativas entre variedades, observándose una producción mayor de hileras por mazorca en los genotipos B-670 y H-507, éstos - es, 14 a 16 hileras por mazorca, los cuales son estadísticamente iguales entre sí y superiores a la producción de hileras por mazorca en los materiales V-524, Tabloncillo y Tampiqueño, con un promedio de 13.1 hileras por mazorca, como puede observarse en el Cuadro 16.

La interacción fertilización por variedades que se detectó con diferencia significativa en la localidad de Ruíz posiblemente sea meramente casual, debido a que el número de hileras por mazorca es un carácter genético que es poco afectado por las condiciones del cultivo, resultado que concuerda con Tanaka y Yamaguchi ( 1977 ), quienes mencionaron lo anterior.

#### 6.1.5 Número de granos por hilera

En Tetitlán, los tratamientos de fertilización 120-60-00 y 80-40-00 obtuvieron 35 y 33 granos por hilera respectivamente, que son estadísticamente iguales entre sí y superiores al obtenido con el tratamiento 00-00-00, que manifestó 31 granos por hilera. La diferencia que existe entre el número de granos por hilera al fertilizar y el número de granos por hilera sin fertilizar, se debe a que de acuerdo al origen y modo de formación de los suelos de esta localidad son pobres en materia orgánica ( 0.7% ) y bajos en nitrógeno disponible ( 18.4 kg/ha ), lo que es congruente con los resultados de Tanaka y Yamaguchi ( 1977 ), quienes encontraron que bajos contenidos de nitrógeno disponible en el suelo inducen a decre-

mentos de granos por hilera.

Con respecto a variedades, se observa en el Cuadro 18 que en la variable número de granos por hilera parece haber pocas diferencias entre los cinco materiales estudiados, ya que solamente en el sitio experimental de San José de Mojarras se detectaron diferencias significativas; los genotipos H-507 y B-670 produjeron 30 granos por hilera; adversamente, el criollo Tampiqueño aportó el menor número de esta variable, es decir, 22 granos por hilera. Como ya se mencionaba en los trabajos de Tanaka y Yamaguchi ( 1977 ), existen diferencias varietales en el número de granos por hilera y también en la respuesta de dicho caracter a las condiciones del cultivo.

## 6.2 ANALISIS CONJUNTO ENTRE LOCALIDADES

El análisis conjunto del rendimiento de grano, que se muestra en el Cuadro 21, detectó que los factores que ejercen efecto significativo sobre el rendimiento son: localidades, fertilización, variedades y la interacción localidad por variedades.

En el análisis para las ocho localidades se muestran los mejores rendimientos en San Pedro Lagunillas, siendo estadísticamente igual a la producción de Tetitlán y superior al resto de los sitios experimentales. Lo anterior obedece a que las condiciones agroclimáticas fueron diferentes en cada localidad, así tenemos que en San Pedro Lagunillas y Tetitlán la duración, frecuencia y la época de ocurrencia de las precipitaciones fue buena, ya que ocurrió durante las cuatro etapas fenológicas del cultivo; aunado ello a las características físico-químicas de los suelos de estas localidades, las que presentaron reacciones ligeramente ácidas ( pH 6.2 ).

textura de migajón arenoso a francos, ricos en potasio, calcio y magnesio asimilables; condiciones mejores que en el resto de los sitios experimentales ( Cuadro 27 ).

El análisis combinado nos indica que los tratamientos de fertilización utilizados por el agricultor y el recomendado por el INIA, son estadísticamente iguales entre sí y diferentes al testigo, lo cual nos manifiesta que debemos trabajar con las dosis óptimas económicas recomendadas por el Campo Agrícola Experimental "Santiago Ixcuintla", y que obtendremos los mismos resultados que si se aplica fertilizante en exceso, práctica que debemos evitar porque repercute en la economía del agricultor. - Contrariamente a ésto, tenemos que con el tratamiento testigo ( 00-00-00 ) se obtuvieron los rendimientos más bajos, en los ocho sitios experimentales. Se podría pensar que la totalidad de los incrementos de las cosechas que se observan en el Cuadro 23, no son desde luego debidos solamente al empleo de fertilizantes, pero estos incrementos indican lo que puede alcanzarse cuando son empleados en el perfeccionamiento de las prácticas de cultivo, ya que un adecuado suministro de elementos nutritivos a las plantas mantiene un eficiente nivel de producción de las mismas. Los efectos de este trabajo concuerdan con Rojas ( 1981 ), quien menciona que la fertilidad de un suelo es baja cuando el contenido de uno a más de los elementos nutritivos es reducida; y además que es en estos casos en que la adición de fertilizantes a los suelos de baja fertilidad en las formas, composición y cantidades adecuadas pueden elevar apreciable o grandemente la productividad de esos suelos siempre y cuando los otros factores de hume



dad, temperatura, etc. , sean favorables. Así tenemos que en la localidad de San José de Mojarras, como en el resto de ellas, se realizó la adición del fertilizante, pero que algunas características de este suelo, tales como el pH de 4.78 y la baja capacidad de retención de humedad, no fueron favorables para que el fertilizante se disolviera y obtener así mejores rendimientos en dicha localidad.

En el análisis conjunto para rendimiento de las cinco variedades estudiadas en los ocho sitios experimentales, se detectó que el potencial de rendimiento de cada uno de los genotipos es diferente y muy influenciado por el medio ambiente en que se desarrollen, así tenemos que los mejores rendimientos se obtuvieron con la variedad B-670 y con el criollo Tabloncillo, materiales que presentaron igualdad estadística entre sí, y que fueron superiores a Tampiqueño, V-524 y H-507 ( Cuadro 24 ). En base a los resultados anteriores, este trabajo concuerda con los resultados que ha obtenido el Campo Agrícola Experimental "Santiago Ixcuintla", en los ensayos de adaptación de variedades, el cual concluye que bajo las condiciones de la tecnología adecuada para cada sistema de producción, los maíces criollos Tabloncillo y Tampiqueño han llegado a superar a los híbridos. En función de los resultados anteriores, el CAESIX ha concluido que con el potencial genético de los maíces criollos regionales, aunado al uso de una fertilización adecuada, pueden lograrse rendimientos superiores a las 4.0 ton/ha, cuando las condiciones climáticas son favorables.

Explicando con ello que los tradicionales bajos rendimientos del maíz de temporal en Nayarit, no radican en el uso de semillas criollas y

que el incremento en el rendimiento unitario observado en los últimos ciclos agrícolas no dependen exclusivamente del uso de semillas híbridas, algunas de ellas, proporcionadas por compañías trasnacionales; sino, en el buen manejo de los recursos naturales.

La interacción variedades por localidades, resultó ser altamente significativa. Esto indica que los materiales en estudio interaccionaron fuertemente con el ambiente, situación que obligaría a seleccionar genotipos más estables.

Las diferencias detectadas por los análisis simples para rendimiento y componentes de rendimiento ( Cuadros 2 A a 6 A del apéndice ), y el análisis combinado entre localidades, podrían deberse en primer lugar al potencial de rendimiento de cada uno de los genotipos estudiados y a las características agronómicas de cada uno de ellos; la inclusión de los criollos Tabloncillo y Tampiqueño de porte más alto y de ciclo relativamente más largo, influyeron en forma considerable en las diferencias de altura de planta y altura de mazorca; con respecto a las componentes de rendimiento hileras por mazorca y granos por hilera fueron siempre superiores en los maíces mejorados ( 14 a 16 y 29 a 30 respectivamente ), y adversamente a ésto, el menor número de estas componentes se obtuvo con los criollos ( 10 a 14 y 22 a 25 respectivamente ); entre otras de las causas que podrían explicar dichas diferencias se tiene la variación que existe entre sitios con respecto a las propiedades físico-químicas de los suelos y a regímenes pluviométricos.

### 6.2.1 Precipitación y Evaporación

Las Figuras 1 A a 8 A del apéndice muestran de manera gráfica - las precipitaciones en mm por períodos de cinco días, ocurrida durante el crecimiento y desarrollo del cultivo en cada uno de los sitios experimentales. En dichas Figuras se observa que, en general, del total de días de lluvia ocurridos durante el ciclo del cultivo de maíz, una alta proporción tiene lugar en los meses de julio, agosto y septiembre, con un promedio del 74 por ciento del total precipitado durante el ciclo del cultivo, y que - abarca principalmente las etapas de fase vegetativa inicial y fase vegetativa activa.

Por lo que respecta a la evaporación, en las Figuras 9 A a 16 A del apéndice se muestra gráficamente la evaporación observada durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, en los diferentes sitios experimentales. Al comparar las gráficas de evaporación con las correspondientes gráficas de precipitación, se observa que, en general, la intensidad de la evaporación siguió una tendencia inversa a la intensidad de la precipitación, o sea que en períodos lluviosos disminuye la intensidad de la evaporación, en tanto que en períodos de escasa o nula precipitación aumenta la intensidad de la evaporación.

### 6.3 COMPARACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE SITIO

Como se mencionó en la sección de materiales y métodos; en cada sitio experimental se midieron las siguientes características: Variables de fertilidad nativa del suelo, reacción del suelo ( pH ), Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio, materia orgánica, arena, limo, arcilla, Capacidad

de Intercambio Catiónico, densidad aparente, conductividad eléctrica y humedad en el suelo, ésta última, en la siembra y en cuatro etapas fenológicas del cultivo; variables de clima, temperatura máxima y mínima, precipitación y evaporación; variables de manejo, variedades empleadas y tratamientos de fertilización.

Estas variables de sitio se muestran en el Cuadro 27 y se observan los valores ponderados de cuatro repeticiones que fueron cuantificados en campo y laboratorio para cada uno de los sitios experimentales, y en el Cuadro 28 se manifiesta el ámbito de cada una de ellas.

Las variables que presentaron un ámbito agrónomicamente amplio, fueron principalmente pH, Calcio, % de arena y % de humedad en el suelo al momento de sembrar. El resto de las variables registraron en general un ámbito más reducido.

Posteriormente, habiéndose encontrado que no existe heterogeneidad en las variables de fertilidad nativa del suelo dentro de sitios, se procedió a efectuar todas las correlaciones simples posibles entre las variables de sitio consideradas en este estudio y que se muestran en el Cuadro 25. Estas correlaciones tienen por finalidad, descubrir variables significativamente correlacionadas con rendimiento para facilitar la estimación de la ecuación general de regresión.

Los coeficientes de correlación obtenidos se muestran en el Cuadro 25, en el que se observa que entre algunas de las variables de sitio existen las correlaciones significativas siguientes:

Variables	r	Variables	r
A VS C	-0.53	LM VS N	0.55
A VS N	-0.50	C VS O	0.78
A VS O	-0.71	C VS T	0.32
A VS T	-0.94	pH VS I	0.58
A VS L	-0.88	pH VS M	0.68
A VS LM	0.38	O VS I	0.47
O VS M	0.32	Ps <sub>1</sub> a Ps <sub>5</sub> VS A	( - )
CE VS pH	0.71	Ps <sub>1</sub> a Ps <sub>5</sub> VS N	( + )
CE VS I	0.56	Ps <sub>1</sub> a Ps <sub>5</sub> VS O	( + )
CE VS M	0.58	Ps <sub>1</sub> a Ps <sub>5</sub> VS T	( + )
Ps <sub>1</sub> a Ps <sub>5</sub> VS pH	( - )	Ps <sub>1</sub> a Ps <sub>5</sub> VS P	( - )

donde:

A = Arena	T = Arcilla	I = Calcio	D = D. Aparente
C = C I C	L = C. Campo	M = Magnesio	Ps <sub>1</sub> a Ps <sub>5</sub> = % de hume
N = Nitrógeno	LM = Limo	CE = C. Eléctrica	dad en el suelo a la sí
O = M. O.	pH = pH	P = Fósforo	embra y en 4 etapas
			fenológicas

Las correlaciones negativas entre arena y capacidad de intercambio catiónico, arena y nitrógeno, arena y materia orgánica, arena y arcilla, arena y capacidad de campo y la positiva arena y limo, pueden explicarse físicamente, puesto que las partículas finas, han sido arrastradas de las partes altas quedando las partículas gruesas, por lo que a mayor contenido de limo ( LM ) corresponderá mayor contenido de arena ( A ) y menor contenido de materia orgánica ( O ) y por lo tanto menor contenido de nitrógeno ( N ) como lo indica la correlación negativa entre limo y nitrógeno. Si hay más arena tendrá que haber menores contenidos de arcilla ( T ) y de materia orgánica ( O ), y por lo tanto menor contenido de nitrógeno del suelo procedente de la materia orgánica, y menor capacidad de intercambio catiónico ( C ) que es una propiedad exclusiva de las partículas coloidales que son muy escasas cuando aumenta el contenido de arena del suelo; por lo tanto, la capacidad de almacenamiento de los suelos arenosos es inferior al de los suelos arcillosos ( Cuadro 27 ).

Las correlaciones positivas entre CIC y materia orgánica, y CIC y arcilla, son agronómicamente lógicas, ya que la materia orgánica ( O ) y la arcilla ( T ) son partículas coloidales, y la capacidad de intercambio catiónico ( C ) es una propiedad de tales partículas, por lo que al aumentar la materia orgánica y la arcilla aumenta la CIC, y puesto que el nitrógeno del suelo es procedente de la materia orgánica, entonces al aumentar la materia orgánica aumenta el nitrógeno del suelo, vemos que ésto es redundante pero lógico.

Si al aumentar la CIC aumenta la arcilla y el nitrógeno, ésto explica que haya una correlación positiva entre los contenidos de nitrógeno ( N ) y de arcilla ( T ) del suelo.

Las correlaciones positivas pH y calcio, pH y magnesio, materia orgánica y calcio, y materia orgánica y magnesio, nos indican que a medida que aumenta el pH y la materia orgánica, aumentan las cantidades de calcio y magnesio en el suelo. Esto agronómicamente es congruente, por que al aumentar el pH se producen cargas electromagnéticas adicionales que permiten una mayor adsorción de cationes. En suelos de pH de 5.0 hacia abajo, como es el caso del sitio experimental de San José de Mojarra, se cree que el Fe y el Al forman fosfatos complejos que por su baja solubilidad no proporcionaron fósforo a algunas plantas que manifestaron deficiencia de este elemento. Los fosfatos de calcio y magnesio son más solubles en presencia de CO<sub>2</sub> el cual proviene de la materia orgánica en descomposición, por lo que se afirma las correlaciones positivas de materia orgánica y calcio, y materia orgánica y magnesio.

Las correlaciones positivas entre conductividad eléctrica y calcio, conductividad eléctrica y magnesio, y conductividad eléctrica y pH, son agronómicamente categóricas, ya que, si la conductividad eléctrica es elevada, es porque la concentración de sales ha aumentado, entonces al aumentar la conductividad eléctrica (CE) aumentan el calcio (I) y el magnesio (M), por lo que se atestigua la correlación positiva de conductividad eléctrica y pH.

Las correlaciones positivas entre (porcentaje de humedad en el suelo al momento de sembrar a porcentaje de humedad en el suelo a fase de llenado activo del grano)  $Ps_1$  a  $Ps_5$  y nitrógeno,  $Ps_1$  a  $Ps_5$  y arcilla y  $Ps_1$  a  $Ps_5$  y materia orgánica, son bastante lógicas, ya que es bien sabido que la capacidad de retención de humedad del suelo aumenta al disminuir el tamaño de sus partículas, por lo que al aumentar el contenido de arcilla del suelo (T) aumentará su capacidad de retención de humedad en el suelo en las distintas etapas fenológicas del cultivo; de acuerdo a la correlación positiva entre nitrógeno y arcilla, al aumentar la arcilla aumentará el nitrógeno y por consiguiente la materia orgánica (O), es una correlación redundante pero lógica.

La correlación negativa arena y densidad aparente nos dice, que a medida que aumenta el contenido de arena en el suelo (A) disminuye la densidad aparente (D), asimismo, en el Cuadro 27, se observa que en la localidad de Jala a un 75 % de arena en el suelo le corresponde una densidad aparente de 0.67 g/cc. Al respecto, Ortíz en 1980, menciona que posiblemente esto se deba a la presencia de amorfos, como el alofano\* (den

\* Alofano. - Mineral amorfo constituido de Sílice y Aluminio, pertenecientes a suelos derivados de cenizas volcánicas o sea suelos andosólicos.

sidades menores de 0.85 g/cc ) que conjuntamente esta relacionado a problemas de fertilización de humedad en estos suelos, el experimento estuvo sometido a un esfuerzo de humedad durante las primeras etapas fenológicas del cultivo, y los únicos genotipos que lograron recuperarse fueron el criollo Tampiqueño y la variedad B-670.

Las correlaciones negativas entre ( porcentaje de humedad en el suelo al momento de sembrar y porcentaje de humedad en el suelo en cada una de las cuatro etapas fenológicas del cultivo )  $Ps_1$  a  $Ps_5$  y arena,  $Ps_1$  a  $Ps_5$  y pH, y  $Ps_1$  a  $Ps_5$  y fósforo son naturales; como se mencionó anteriormente, puesto que al aumentar los contenidos de arcilla ( T ) y de materia orgánica ( O ) del suelo, aumenta su capacidad de retención de humedad; por otra parte, al aumentar el contenido de arena ( A ) del suelo su capacidad para retener humedad disminuye.

#### 6.4 OBTENCIÓN DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA

La finalidad de realizar experimentos de campo, es desarrollar una función matemática capaz de explicar y predecir las relaciones existentes entre los factores de parcela, de sitio y el rendimiento del cultivar; a esta función se le conoce con el nombre de función de producción generalizada, la cual se calculó a partir de los promedios de rendimiento por tratamiento, con el método de Stepwise ( regresión a pasos o de regresión progresiva - modificada ); habiéndose restado, los valores mínimos observados en las variables de sitio, con la finalidad de que la ordenada de las ecuaciones de regresión resultantes, signifiquen el rendimiento para los valores mínimos de las variables independientes. Se consideró como variable de-



pendiente al rendimiento de grano en forma de promedio por tratamiento, y variables independientes a las variables de parcela, variables de sitio y sus interacciones. De igual manera, se realizaron análisis de regresión para cada una de las componentes en planta, utilizandolas como variables dependientes, con el propósito de investigar que variables de sitio tienen mayor asociación sobre cada una de antedichas componentes, Cuadro 10 A.

De acuerdo a lo anterior, se dispuso de dos ecuaciones generales, en la primera se incluyeron las variables de suelo y clima, y una segunda ecuación general, en la que se incorporaron las variables de sitio a través de las variables controladas, las cuales se efectuaron por el método de Stepwise modificado.

Una observación importante en relación a las ecuaciones generales es que en ellas se incluyen componentes de planta, suelo y clima, lo cual puede indicar al fitomaejorador y a otros investigadores las características agronómicas deseables de planta en relación al medio ambiente donde se cultiva maíz de temporal en Nayarit.

El hecho de haber desarrollado dos ecuaciones generales, obedece al propósito de buscar una ecuación general que se aproxime lo más posible a los resultados reales obtenidos. Con tal finalidad se incluyeron en cada una de las dos ecuaciones generales los valores de las variables de sitio, para de esta forma tener la función de producción específica.

Cabe señalar que al sustituir las variables de sitio en las ecuaciones generales, en algunas localidades los resultados en rendimiento son ilógicos. Pero tales anomalías, de acuerdo a Martínez ( 1971 ), pueden deber

se a varias causas, pero principalmente a que el número de experimentos efectuados ( 8 experimentos ) es una muestra pequeña de la población de sitios experimentales; y a que el ciclo de temporal en que se efectuó el presente estudio, también constituye una muestra muy pequeña del ciclo climático de la zona estudiada; razón por lo que las estimaciones efectuadas presentan variación.

Las ecuaciones generales obtenidas por el método de Stepwise, para rendimiento fueron las siguientes:

#### Suelo y Clima

$$Y = 8610 - 239.99L - 7650.48 CE - 31.92 LM - 3203.54 D + 29.56 C$$

Para esta ecuación general se tuvo un valor de  $R^2 = 48\%$

#### Suelo, Clima y Planta

$$Y = 3417.21 - 246.57 L - 4320.14 CE + 37.25 NOGRH + 65.60 NOHIL - 72.68 LM + 532.43 PP + 31.25 Ps_1 - 9.27 T$$

Para esta ecuación se tuvo un valor de  $R^2 = 55\%$

Como se mencionó con anterioridad, esta ecuación se desarrolló incorporando las variables de sitio a través de las variables controladas y dicha ecuación se consideró en definitiva como la ecuación general del rendimiento en función de variables controladas y de variables de sitio para la zona de estudio. Así, con el valor de la  $R^2$ , de esta ecuación fue posible explicar el 55% de la variabilidad entre sitios del rendimiento de grano.

Al analizar en conjunto las ecuaciones, se observa la importancia y apoyo del enfoque multifactorial utilizado. Notamos que el rendimiento de

pendencia no solo del fertilizante aplicado, sino también de otras variables lo mismo que de sus interacciones. La respuesta que muestra un cultivo a la aplicación de fertilizantes es por tanto producto de la manifestación de factores de clima, de manejo, de fertilidad nativa del suelo, etc., como se mencionó en la introducción. Es decir, que esto no refuta las hipótesis planteadas.

Como patrón de comparación, en los agrosistemas, se utilizaron las dosis óptimas económicas determinadas por el Campo Agrícola Experimental "Santiago Ixcuintla". Estas dosis se consideraron como las más confiables por ser producto de las observaciones de cada agrosistema identificado, mientras que en la obtención de las funciones de respuesta participaron 480 observaciones provenientes de los ocho sitios experimentales y refiriéndose luego a cada sitio en particular.

#### 6. 4. 1 Afectación de las variables de sitio en el rendimiento de grano

Habiendo definido la ecuación general del rendimiento, esta misma ecuación puede auxiliarnos para entender la forma en que las variables de sitio intervienen en la respuesta del rendimiento a las variables controladas. Para ello es de interés examinar los signos y el significado de los términos de la ecuación general.

En primer lugar, la ecuación indica que con la combinación de los tratamientos de fertilización a una siembra de maíz de temporal de 46 000 plantas/ha, el rendimiento de grano es de 3.4 ton/ha.

La influencia positiva de las componentes en planta NOGRH y NOHIL sugieren que la respuesta del rendimiento de grano en maíz aumenta, al

aumentar cada una de antedichas componentes. La preponderancia negativa de arcilla y limo, y de la conductividad eléctrica, son agrónomicamente lógicas, ya que al disminuir el contenido de limo y arcilla, en el suelo, obedece a un incremento de arena y por lo tanto a una disminución de materia orgánica y de nitrógeno, ocasionando con esto una baja capacidad de intercambio catiónico; y aunado a ello la minoración de la conductividad eléctrica, esto último concuerda con Ritás y Melinda (1980), quienes mencionan que a medida que la concentración iónica disminuye, la conductividad eléctrica es menor, y esto es una evidencia de que la velocidad de movilización de los elementos nutritivos es baja o de que algunos de ellos están totalmente ausentes, lo cual provoca una merma en el rendimiento.

Por otro lado, las variables positivas precipitación y porcentaje de humedad al momento de la siembra ( $Ps_1$ ), y la negativa capacidad de campo ( $L$ ), son razonables agrónomicamente, puesto que las lluvias oportunas son muy benéficas en la época de siembra, pues proporcionan condiciones adecuadas para una buena nacencia. Además la lluvia desempeña frente al vegetal un papel alimenticio muy importante, disolviendo algunos elementos minerales para que sean absorbidos por las raíces e incorporarlos a la planta, además proporcionan directamente fertilizante a la planta, esto es que, el agua de lluvia generalmente lleva en solución dos gases existentes en la atmósfera: el amoníaco y el ácido nítrico que, al reaccionar, producen nitrato de amonio. Luego entonces, al registrarse precipitaciones al inicio de las siembras, se tendrá buen porcentaje de humedad en el suelo al momento de sembrar ( $Ps_1$ ); y de acuerdo a la influencia negativa de capacidad de campo ( $L$ ) nos anuncia que existe menor cantidad de agua en el suelo, la cual ha sido absorbida por las raíces e incorporada a la planta lo que permite obtener buenos rendimientos en algunos sitios experimentales.

## VII CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y en base a los resultados, así como de la discusión de los mismos se puede concluir :

1.- La producción de maíz en temporal está limitada principalmente por las condiciones edáficas en las que se desarrolla el cultivo ( capacidad de campo, conductividad eléctrica, el por ciento del limo, el por ciento de humedad al momento de sembrar y del por ciento de arcilla); por lo que las características y/o propiedades del suelo que mayor efecto tengan sobre la producción estarán en función del manejo que se le dé al cultivar.

2.- La respuesta a la fertilización nitrofosfatada dependerá de las condiciones de humedad del suelo al momento de la siembra ( que abarca desde un 7% hasta un 53% de humedad), de la precipitación, del contenido del limo ( con un rango de 12.6 a 37.7 %) y del contenido de arcilla del suelo ( con un intervalo de 4.3 a 67.4% ).

3.- El incremento del rendimiento del maíz (que va desde 0.9 hasta 4.7 ton/ha ) se encuentra asociado al aumentar el número de hileras por mazorca ( entre 12 y 14 hileras ) y el número de granos por hilera ( entre 31 y 35 ), el que a su vez se encuentra favorecido en la adecuada fertilización nitrofosfatada ( entre las dosis 80-40-00 y 120-60-00 ).

4.- El híbrido B-670 y el criollo Tabloncillo, mostraron los más altos rendimientos ( 3.0 y 2.8 ton/ha respectivamente), entre los ocho sitios experimentales.

5. - Tomando en consideración lo anterior y dada la importancia - del enfoque agronómico del presente estudio, es necesario continuar con - este tipo de investigación, ya que diferentes sistemas de manejo producen cambios en los parámetros que nos sirven de criterio para la jerarquiza-- ción y evaluación de los problemas limitantes de la productividad del - - maíz.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALVARADO B., A., 1975. Influencia de algunos factores ambientales en la respuesta de rendimiento de grano de maíz de temporal a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de población, en la zona oriental del Valle de México. Tesis de Doctor en Ciencias. ENA, Chapingo, Méx.
- 2.- ALLARD, R. W. y HANSCHKE, P. E. 1964. Some parameters of population variability and their implications in planta breeding. *Advances in Agronomy* : 281 - 325 .
- 3.- BASILE, R. M. 1954. Drough in Relation to Corn Yield in the North Western Corner of the Corn Belt. *Agron. J.* 46; 4-7 .
- 4.- BRINKMAN, M. A. y FREY, K. J. 1977. Yield componente analysis of oat isolines that produce different grain yields *Crop Sci.* 17 : 165 - 168 .
- 5.- CUANALO H., E., 1981. Manual para la descripción de perfiles en el campo. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- 6.- DE FINA, A. L. y RABELO, A. C. 1973. Climatología y fenología agrícola. EUDEBA., Buenos Aires.
- 7.- DIAZ DEL PINO, A. 1954. El maíz, Ediciones Agrícolas - "Trucco" México.
- 8.- DRAPER, N. R. and SMITH, H. 1966. *Applied Regression Analysis*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- 9.- FISTT, J. W. et al. 1959. Determining yield response surfaces and economically optimum fertilizer rates for corn under various soil and climatic conditions in North Caroline. Paper presented at annual meeting of cooperators with TVA, Knoxville, Tennessee.

10. - FORE, R. F. y WOODWORTH, C.M. 1933. Analysis of yield in certain oat varieties. I. Amer. Soc. Agron. 25: - 190 - 202.
11. - GARCIA, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación, climática de Koppen. Instituto de Geografía. U. N. A. M.
12. - GOLDSWORTHY, P. R. y COLEGROVE, M. 1974. Growth and yield of highland maize en México. J. Agric. Sci. (Comb.) 83: 213 - 221.
13. - JENNY, H. Factores of Soil Formation. 1941. McGrawhill - Book Company. Inc. New York and London.
14. - LAIRD, R.J. 1969. Metodología empleada para estudiar las necesidades de los fertilizantes. Temas selectos de fertilidad de suelos y génesis, morfología y clasificación de suelos. Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Sin número. México P. 157 - 172.
15. - LAIRD, R.J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional, rama de suelos C. P. Chapingo, Méx.
16. - LITTLE, T.M. 1963. Correlation and Regression. A Supplemento "Experimental Methods for Extension Workers". - Univ. of Calif. Agric. Extension Service.
17. - MARQUEZ S., F., 1974. El problema de la interacción genético ambiental en genotecnica vegetal. Ed. Patena, A.C. Chapingo, México. P. 31 .
18. - MARTINEZ G., A., 1972. Aspectos económicos del diseño y análisis de experimentos. Chapingo, México. ENA. Colegio de Postgraduados.
19. - MATSUO, T. 1975. Adaptability, stability and productivity of - varieties in crop plants. In: Adaptability in plants. T. Matsuo ( Ed ). JBP Síntesis. 6: 173 - 177 .



20. - MORGAN, M. F., GOURLEY, J.H. and ABLEITER, J.K. 1938. The soil Requeriments of plants. Soil and Men. U. S. Dept. Agr.
21. - MUÑOZ O., A., et al. 1976. Mejoramiento de maíz en el - - CIAMEC. II. Aplicación de la base germoplásmica y su - - aprovechamiento considerando caracteres agronómicos y rendimiento. In: Memoria del Sexto Congreso Nacional de Fito- genética. SOMEFI. 26-28 de Julio. Monterrey, N.L. - - pp. 113 - 123.
22. - ORTIZ C., A., y CUANALO E., E. 1972. Ordenación de los suelos por Métodos Numéricos para la producción de Maíz. - C.P. E.N.A. Chapingo.
23. - ORTIZ V., B. y ORTIZ S., A. 1980. Edafología. Universi- - dad Autónoma Chapingo. - Chapingo, México.
24. - PENMAN, H. L. 1963. Vegetation and Hydrology. Technical - - Communication No. 53 Commonwealth Bureau of Soils C. A. B. - - England.
25. - RITAS, L.J. y MELINDA, J. L. 1978. El diagnóstico de suelos y plantas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
26. - ROJAS M., B. 1981. Planeación y análisis de los experimentos de fertilizantes. Folleto Misceláneo No. 41. INIA, Méx.
27. - RUNGE, E.C., and ODELL, R.T. 1958. The Relation between precipitation, Temperature and the yield of corn on the Agro nomy South fam, Urbana, Illinois. Agron. J. 50 : 448 - 454.
28. - RUST, R., and ODELL, R. T. 1957. Methods used in evaluating the productivity of some Illinois Soils. Soils Sci. Soc. of - Amer. Proc.
29. - RUSSELL, M. B., and DANIELSON. 1956. Time and depth patter - ns of water use by corn. Agron. J. 48 : 163 - 165 .

30. - SHAW, R.H. 1955. The effect of Precipitation and Temperature on Corn Yield. In Corn and Corn Improvement. Ed. G. F. - Sprague. Agronomy Vol. 15. Academic. Press.
31. - SPRAGUE, G.F. y EBERHART, S.A. 1977. Corns breeding. In. Corn and corn improvement. Ed. G.F. Sprague. Am. Soc., Inc. Madison, Wisconsin. pp. 305 - 362.
32. - TANAKA A. y YAMGUCHI. 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Traducción de J. Kohasen Sh. Rama de Botánica C.P. Chapingo, Méx.
33. - TOLA C., J. 1973. Naturaleza del amacollamiento y relaciones de competencia entre e intra-planta en cebada. ( *Hordeum vulgare*, L. ). Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
34. - TURRENT, F.A. 1970. Aporte de la investigación agronómica - en un proyecto para obtener aumentos rápidos en la producción. Conferencia Internacional sobre Estrategias para Aumentar la Productividad Agrícola en la Zona de Minifundio. - Puebla, México. P. 37 - 45 .
35. - VILLALPANDO IBARRA, J.F. 1975. Desarrollo de un método para obtener ecuaciones empíricas generalizadas del rendimiento en una región agrícola para uso en diagnóstico. Tesis de M.C. Chapingo, Méx. ENA. Colegio de Postgraduados.
36. - WILSIE, C.P. 1966. Cultivos Aclimatación y Distribución. Editorial Acribia, Zaragoza ( España ).

A P E N D I C E

Figura 1 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 19 de mayo al 15 de octubre de 1981. Localidad San Pedro Lagunillas.

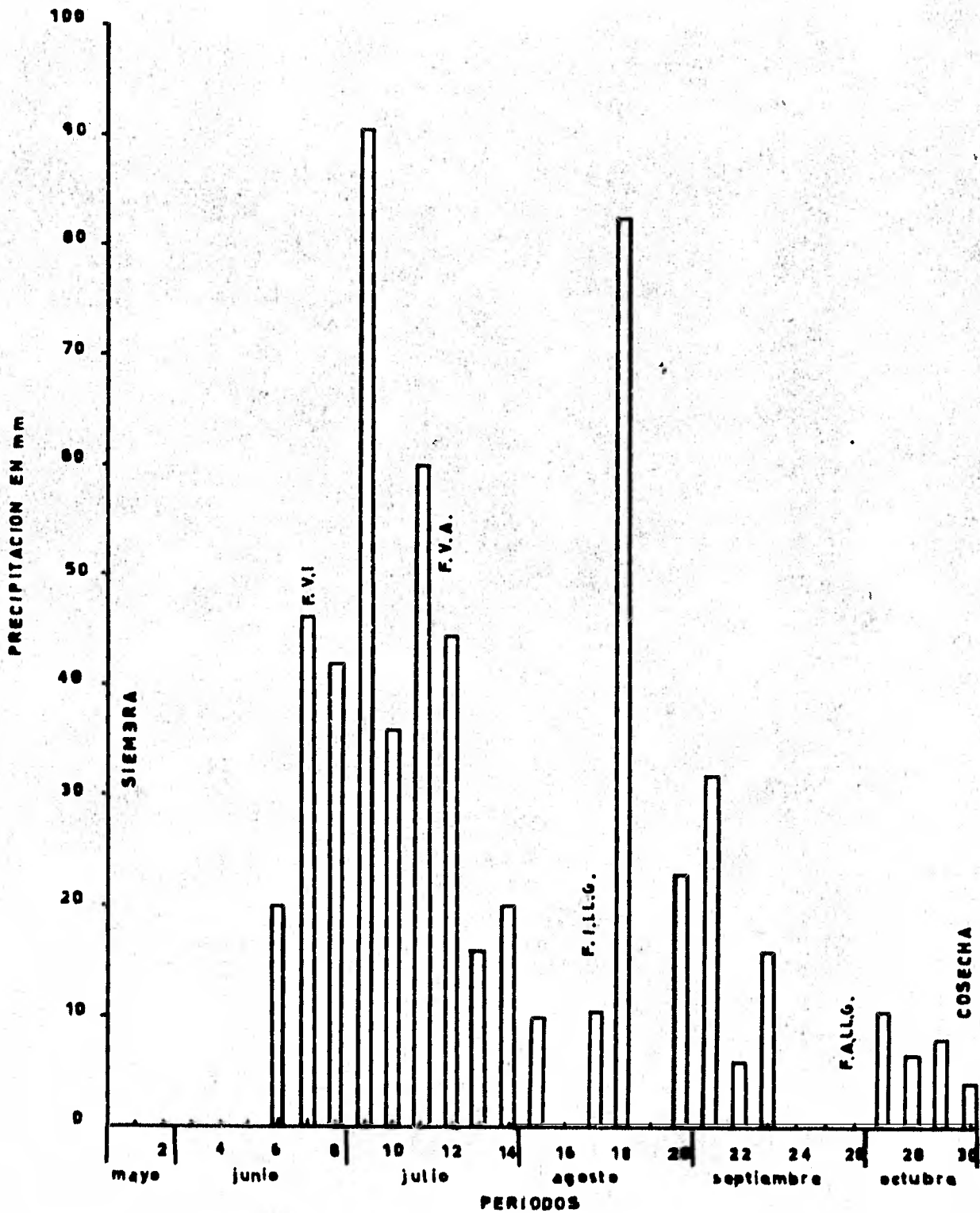


Figura 2 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 20 de mayo al 28 de octubre de 1981. Localidad Jala.

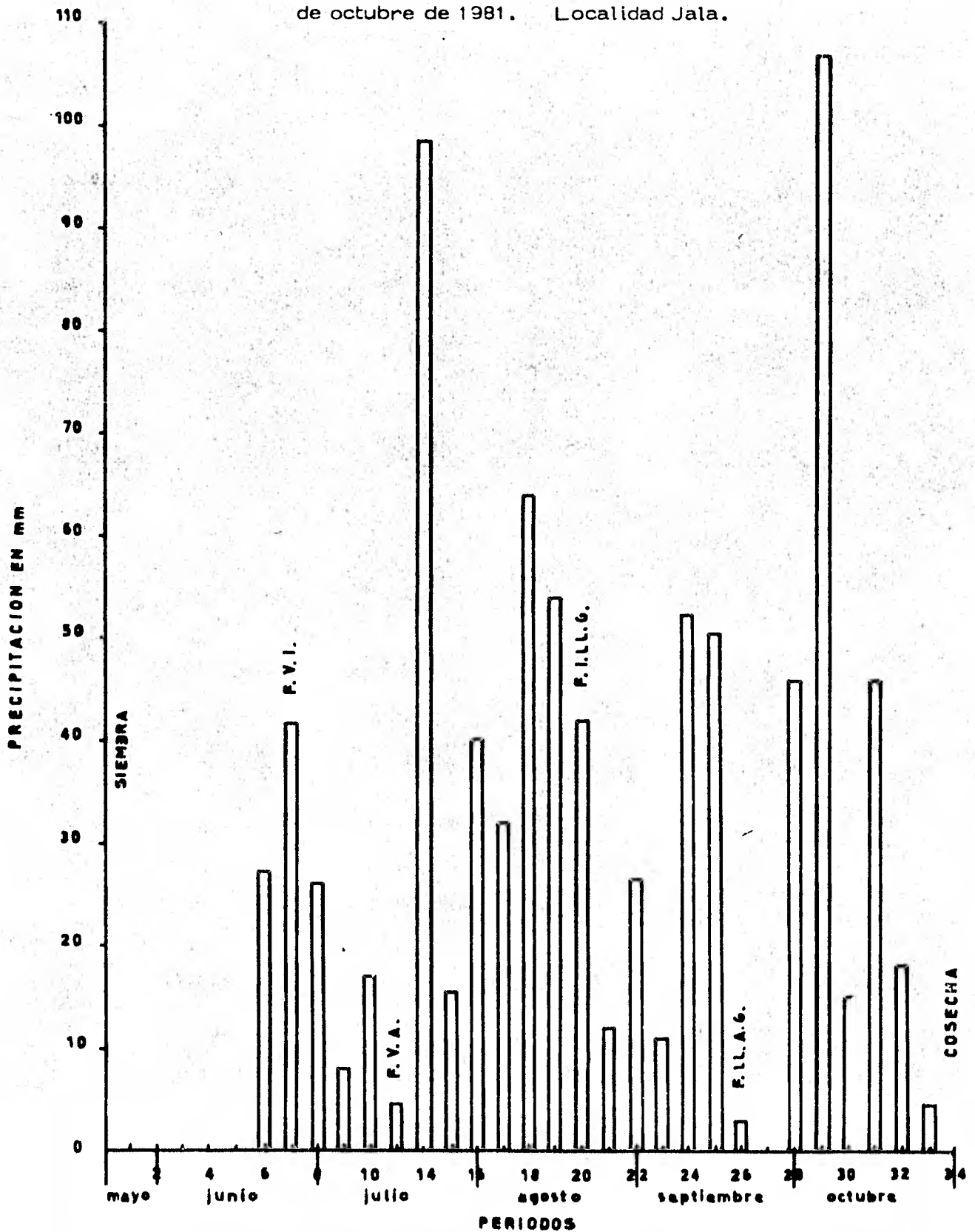


Figura 3 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 3 de julio al 30 de noviembre de 1981. Localidad San José de Mojarras.

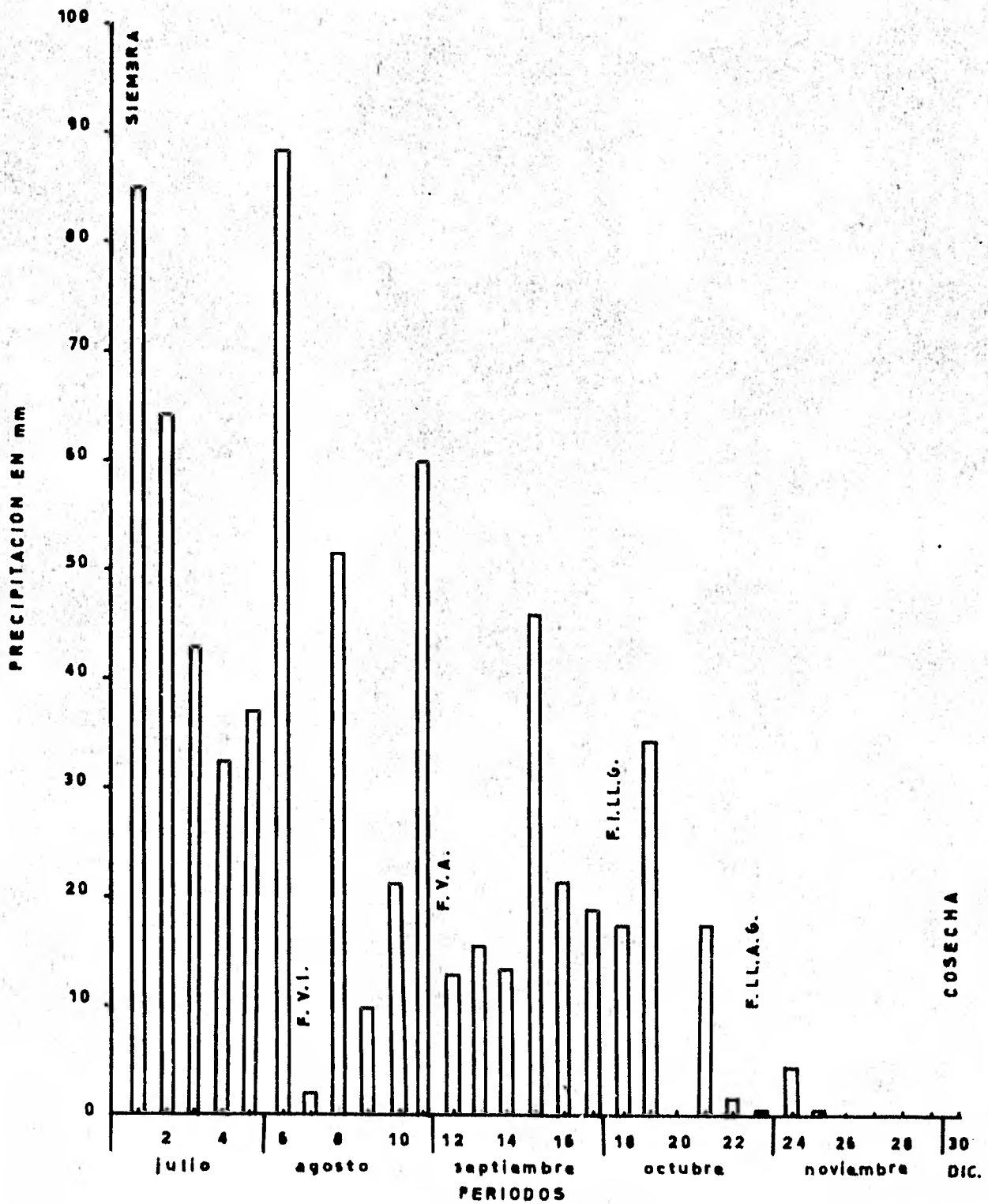


Figura 4 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 17 de julio al 11 de diciembre de 1981. Localidad Compostela.

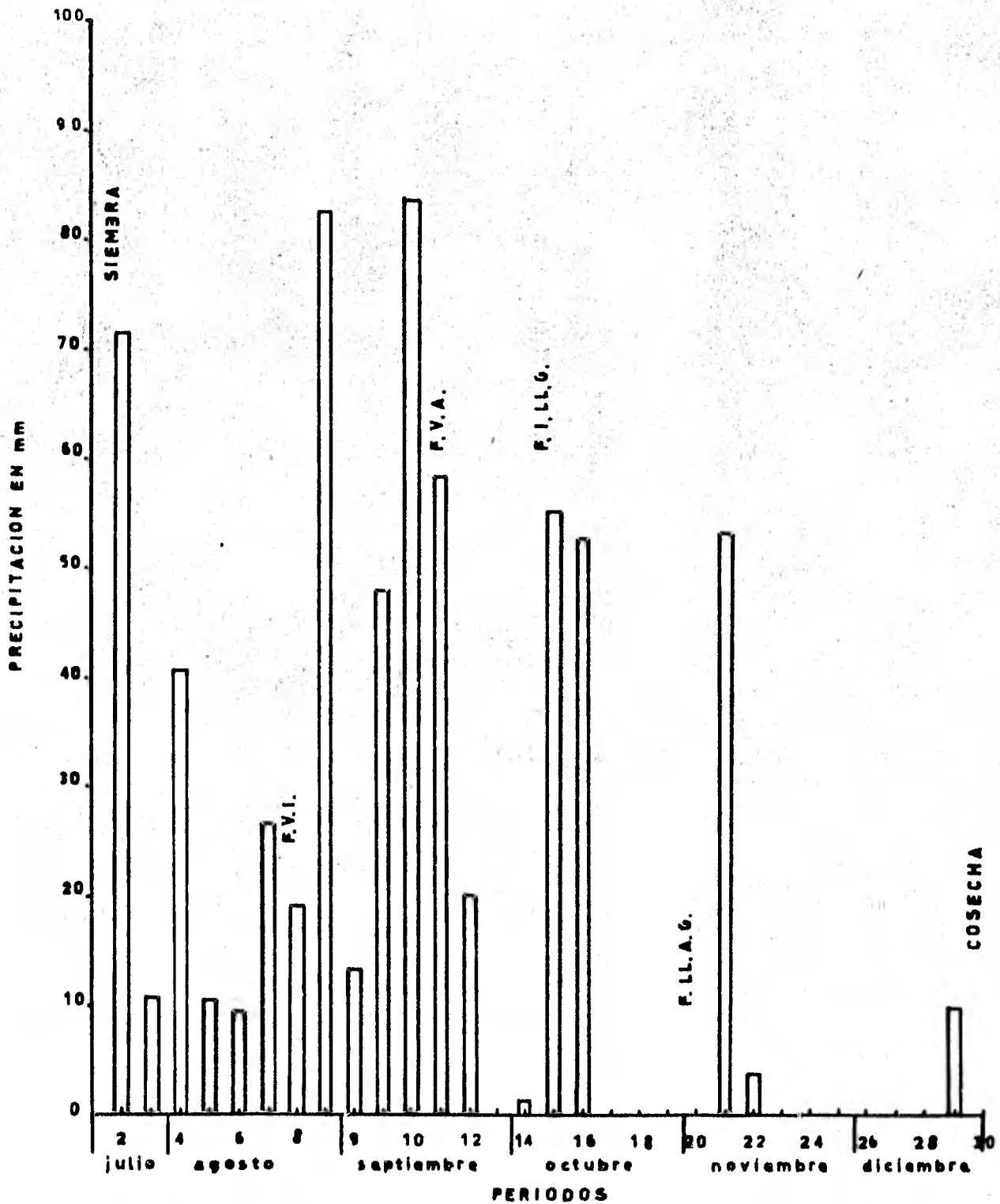


Figura 5 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 26 de junio al 22 de octubre de 1981. Localidad El Conde.

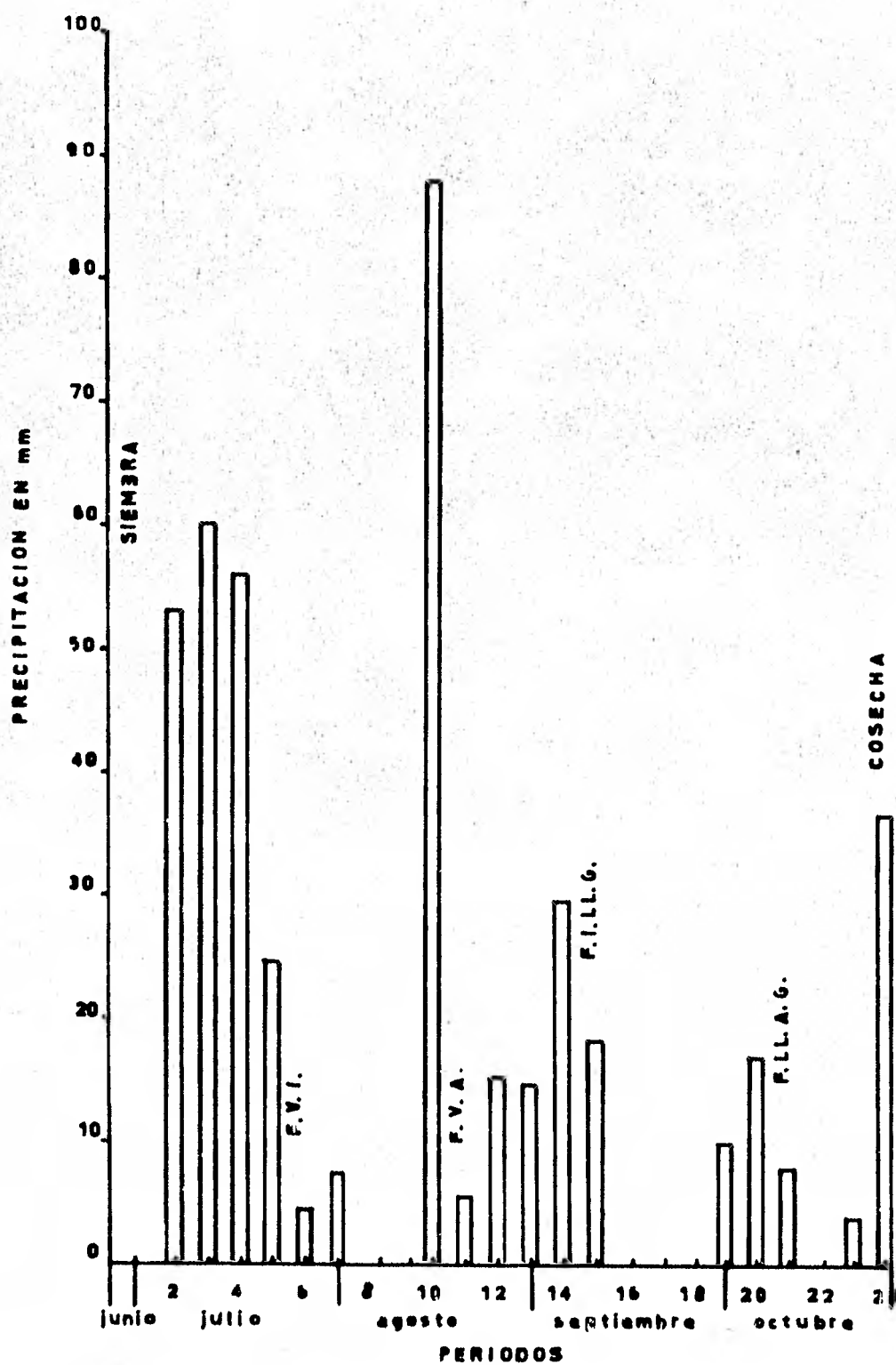




Figura 6 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 13 de julio al 30 de noviembre - de 1981. Localidad Tetitlán.

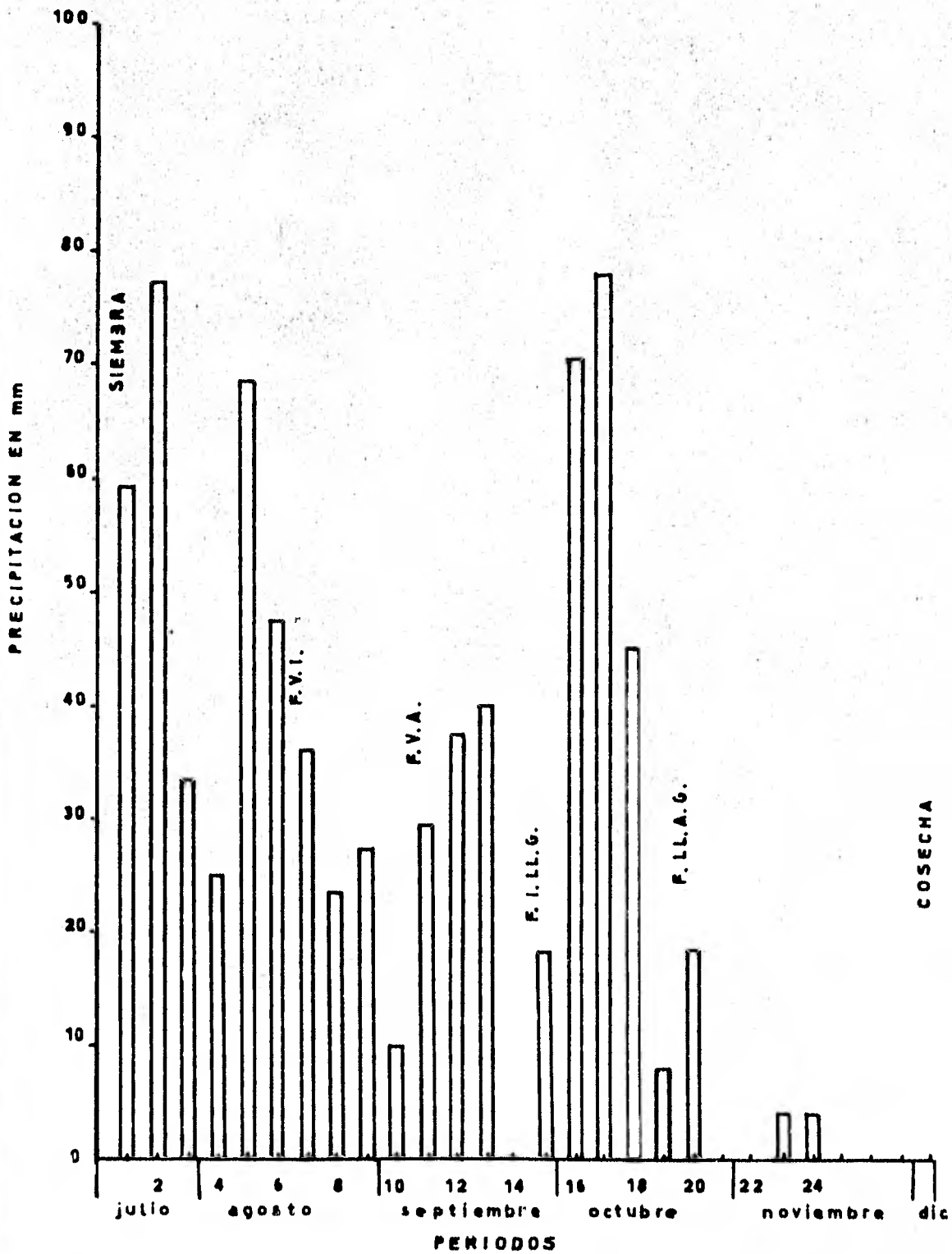


Figura 7 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 20 de julio al 9 de diciembre de 1981. Localidad Sauta.

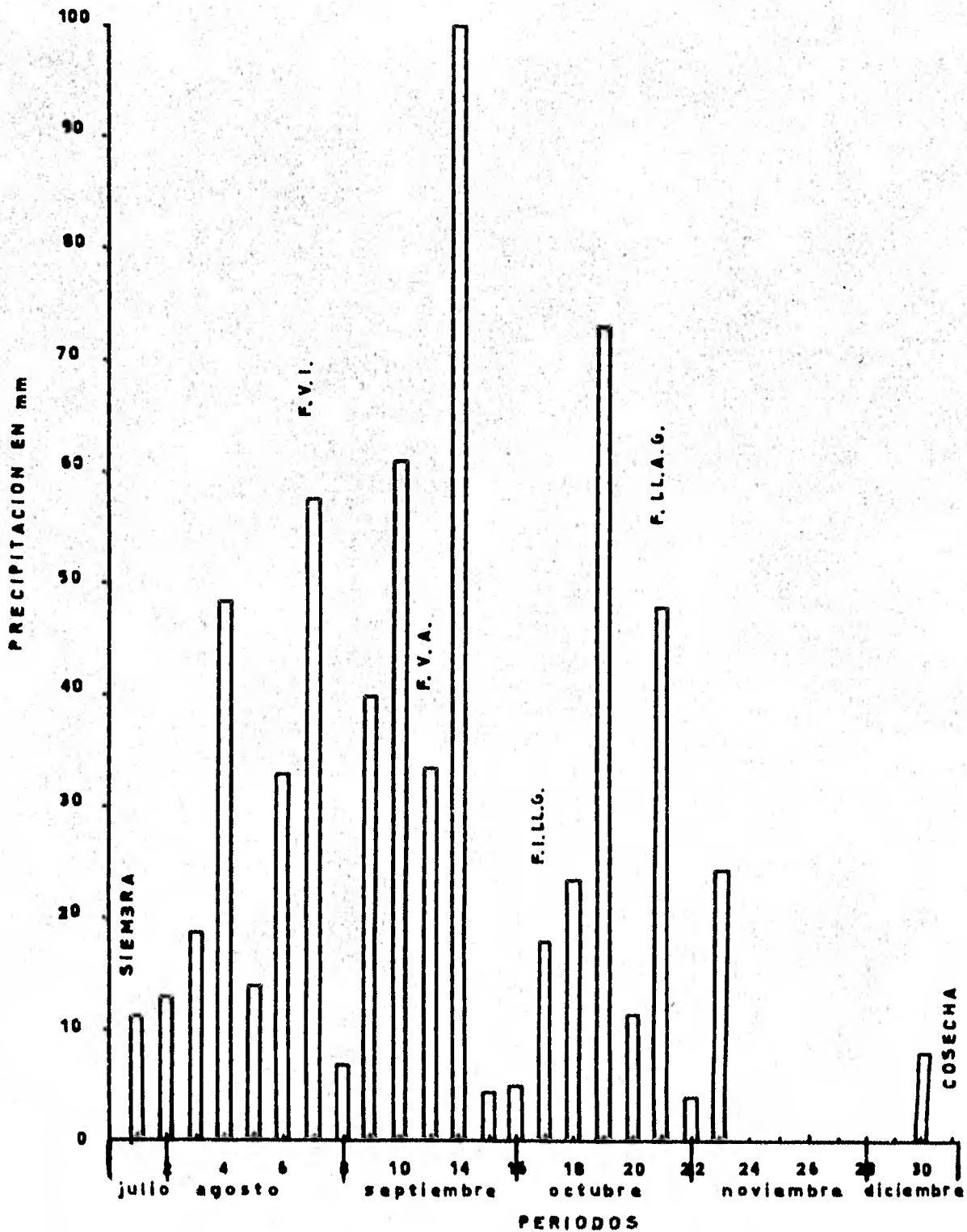


Figura 8 A. Precipitación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 14 de julio al 10. de diciembre de 1981. Localidad Rufz.

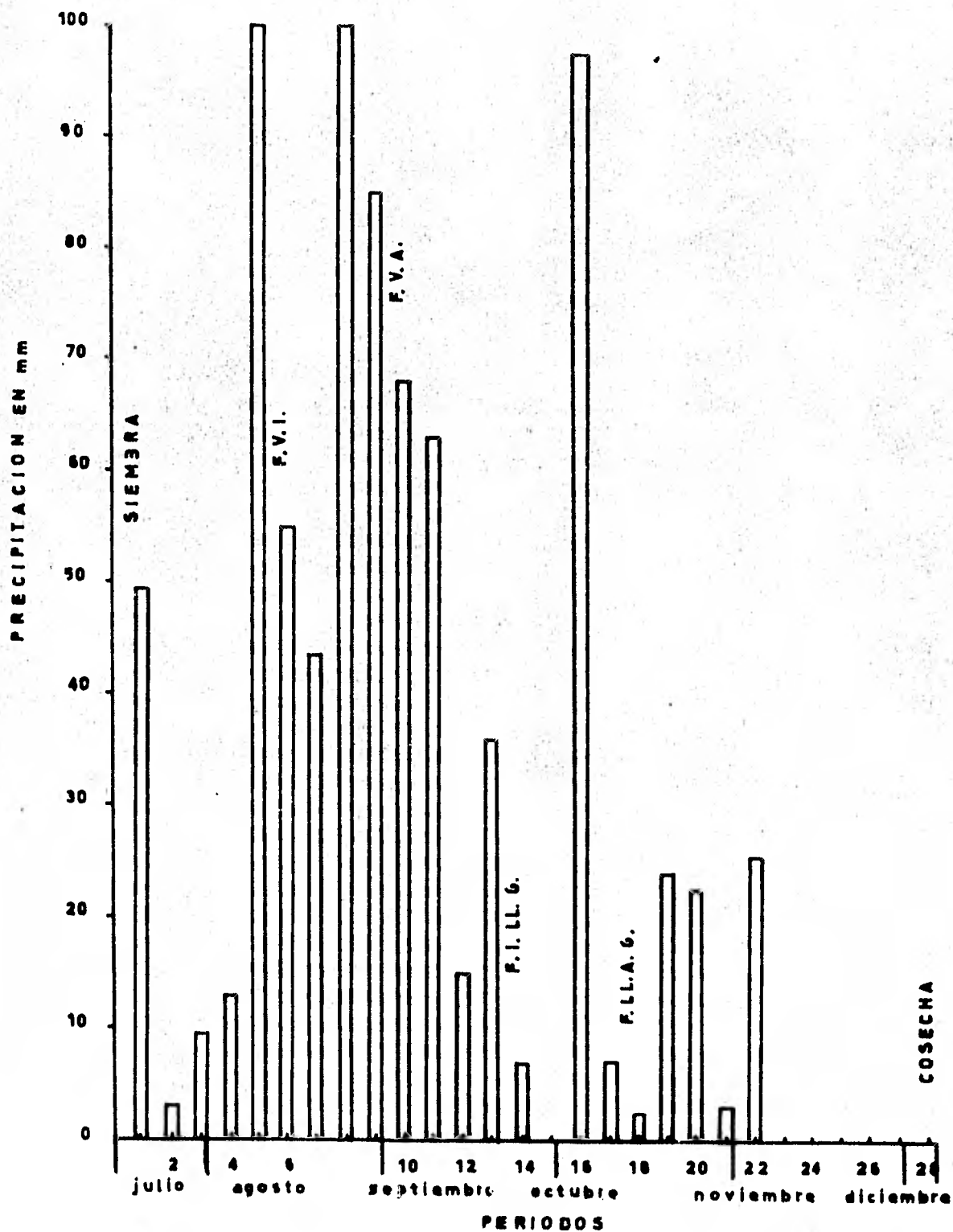


Figura 9 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 19 de mayo al 15 de octubre de 1981. Localidad San Pedro Lagunillas.

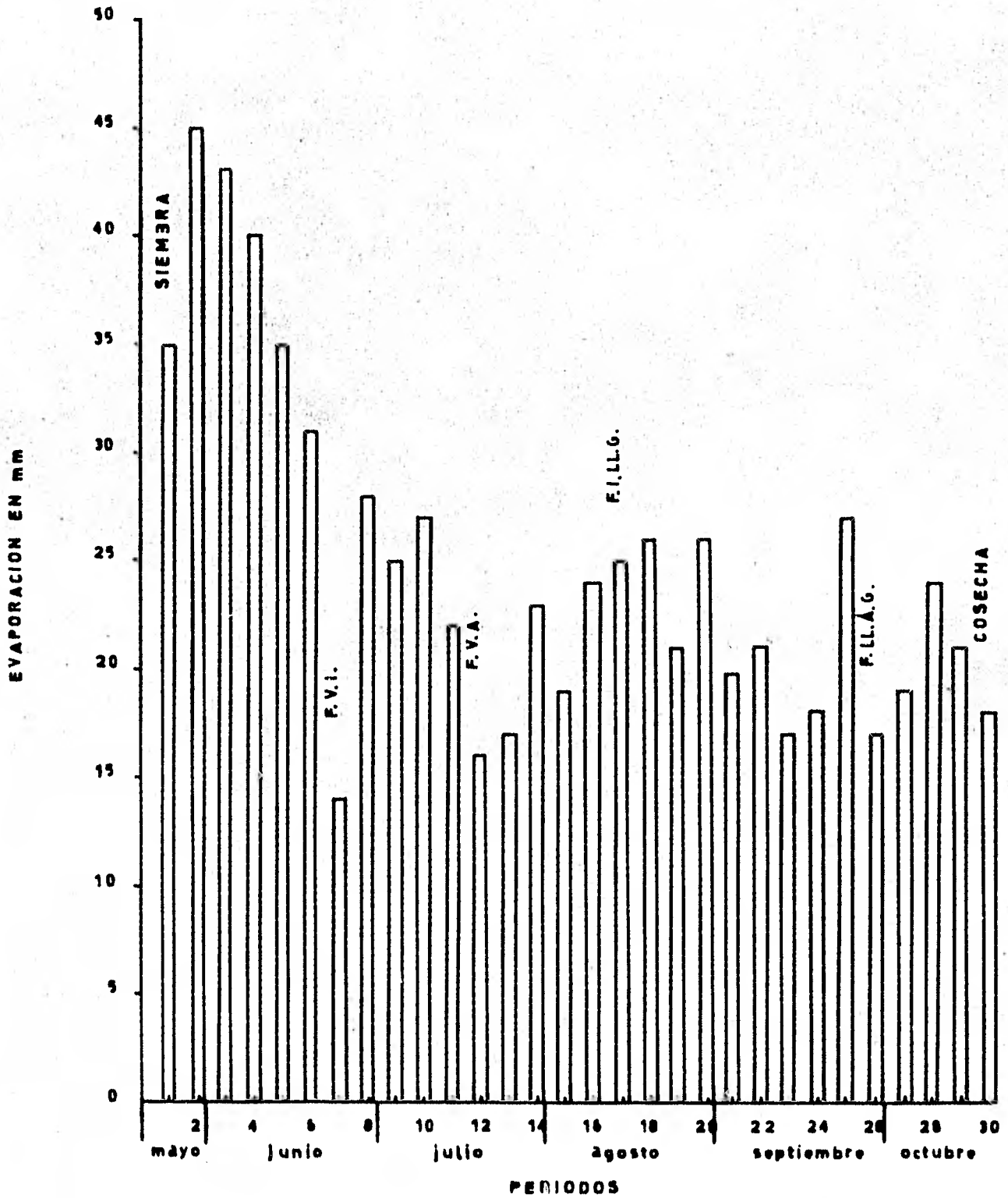


Figura 10 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 20 de mayo al 28 de octubre de 1981. Localidad Jala.

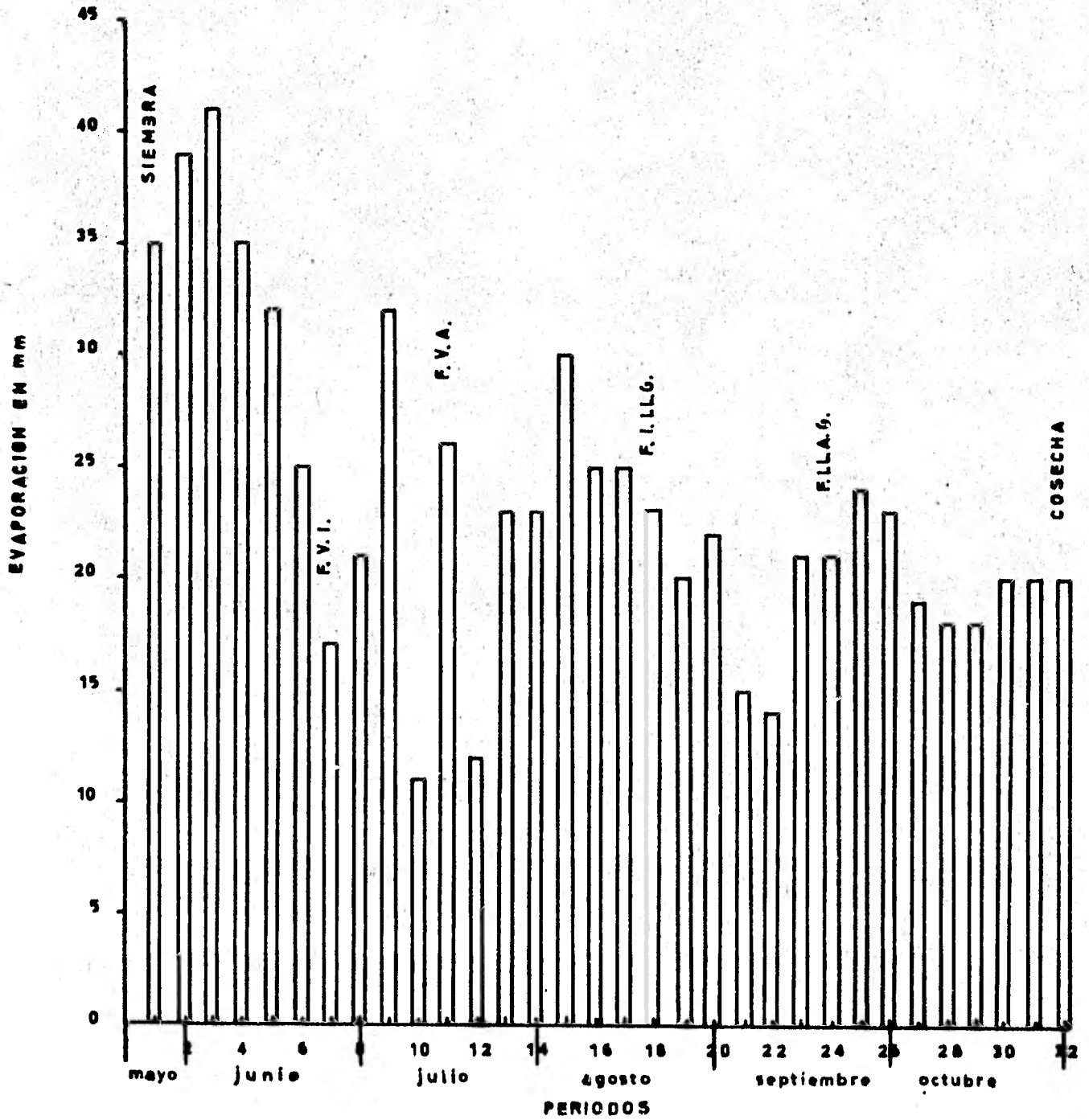


Figura 11 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 3 de julio al 30 de noviembre de 1981. Localidad San José de Mojarras.

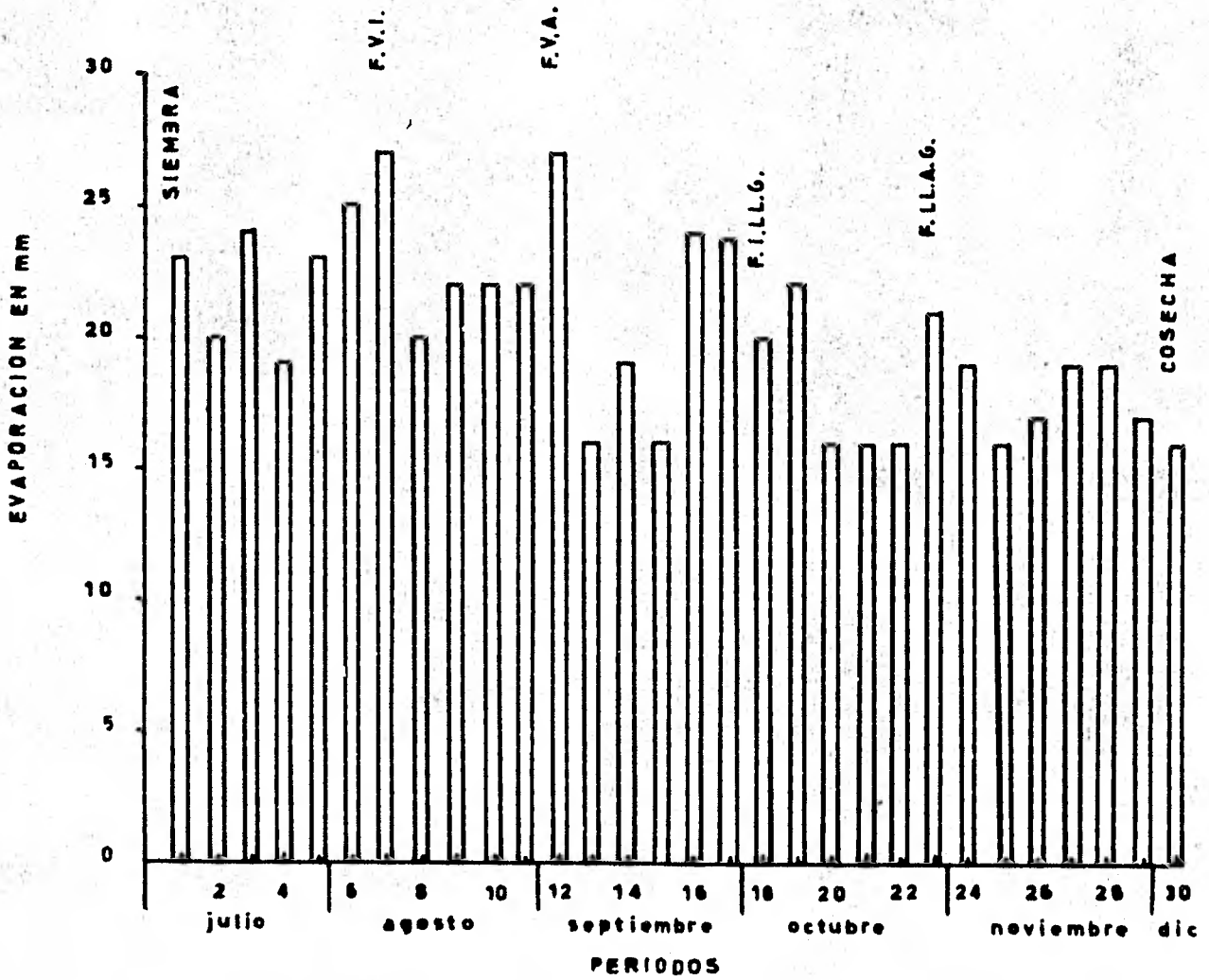


Figura 12 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 17 de julio al 11 de diciembre - de 1981. Localidad Compostela.

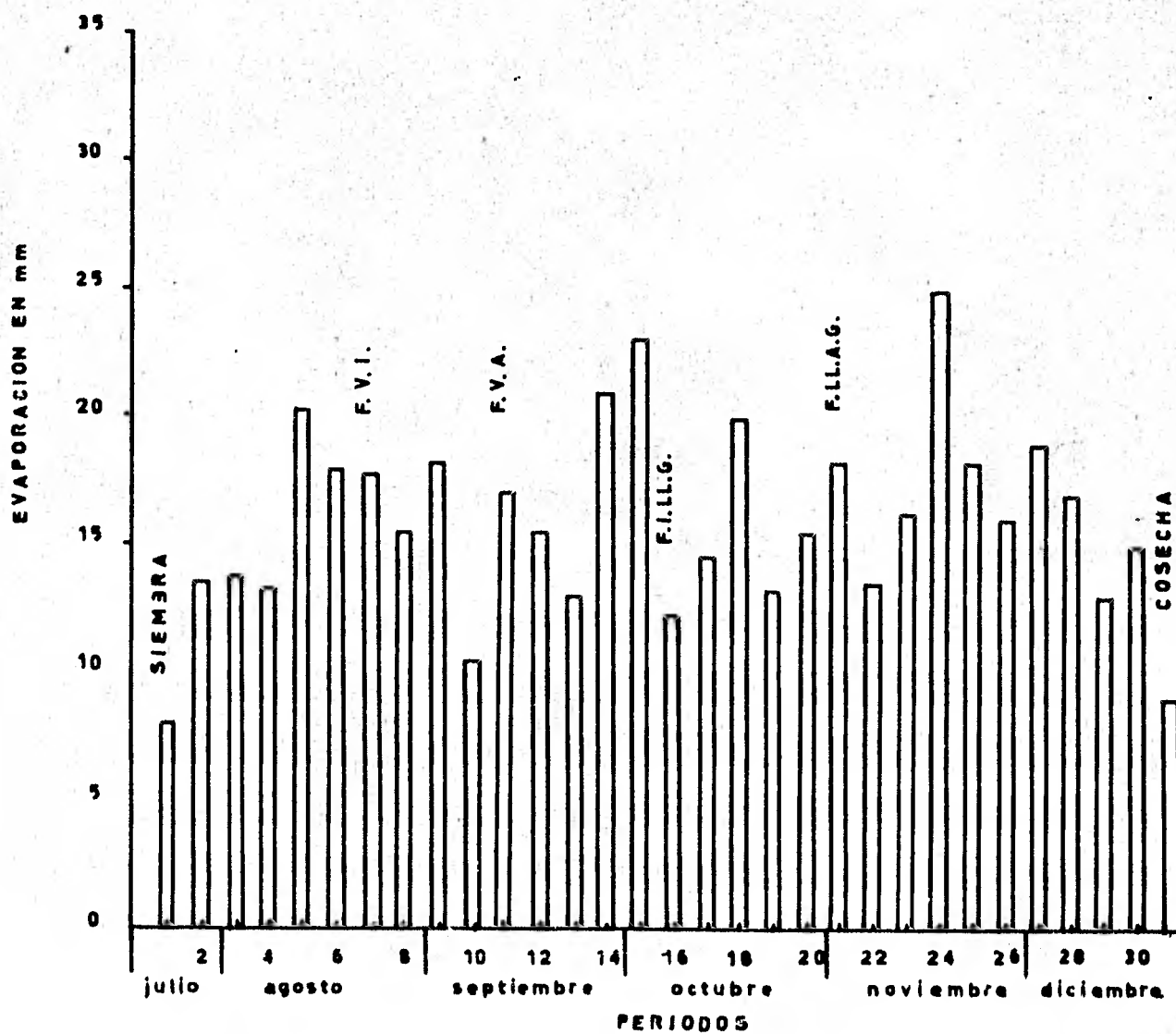


Figura 13 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 26 de junio al 22 de octubre de 1981. Localidad El Conde.

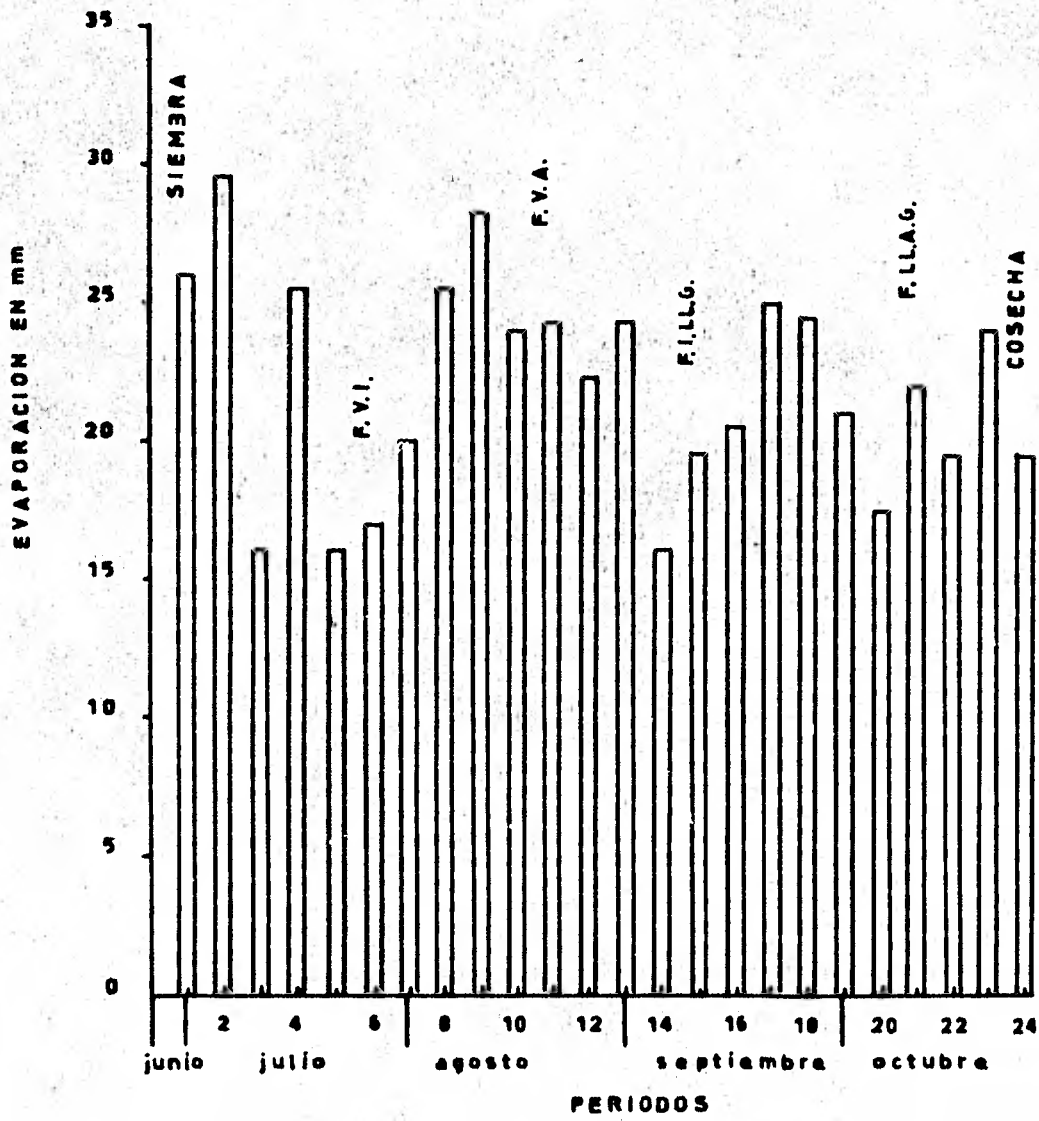




Figura 14 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 13 de julio al 30 de noviembre - de 1981. Localidad Tetitlán.

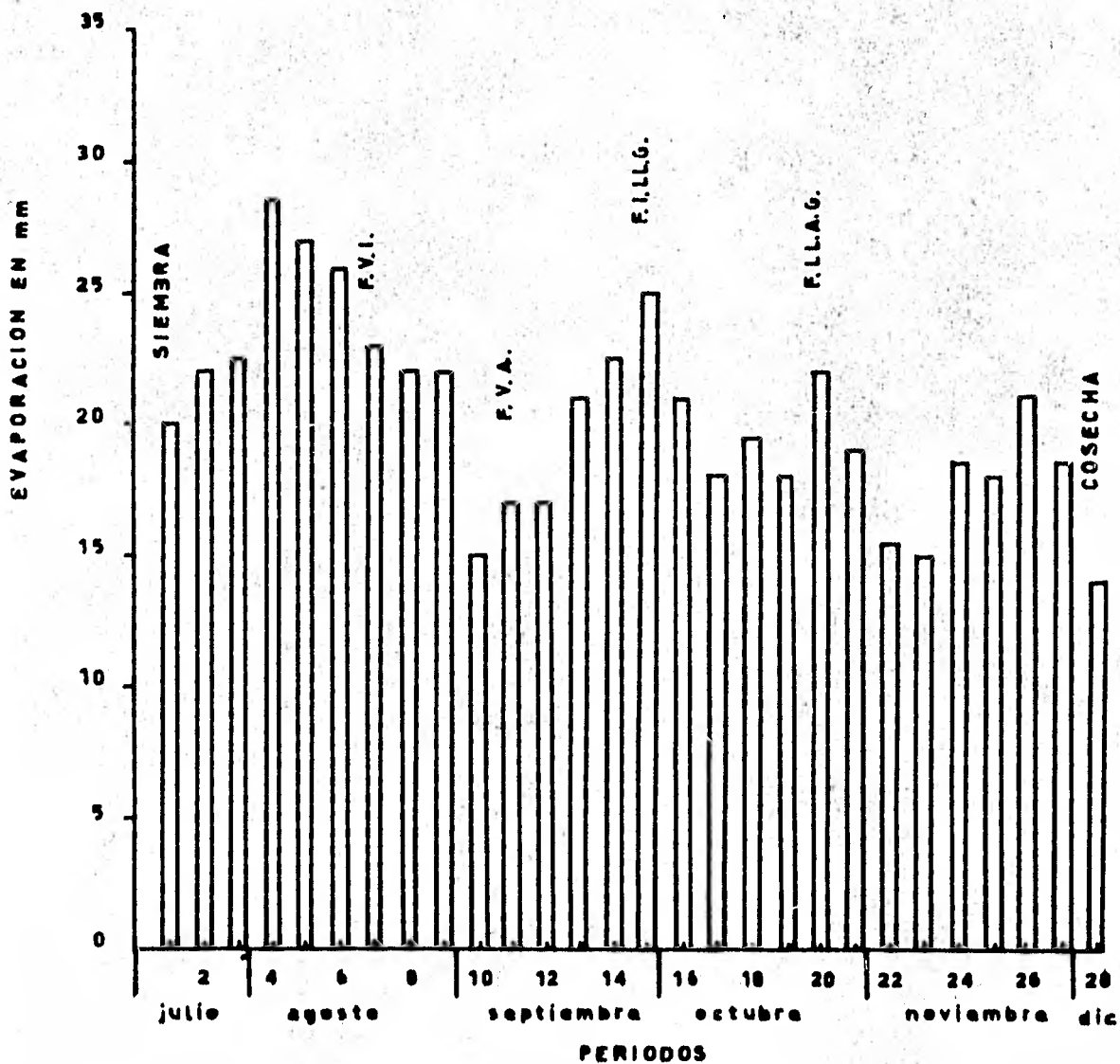


Figura 15 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 20 de julio al 9 de diciembre de 1981. Localidad Sauta.

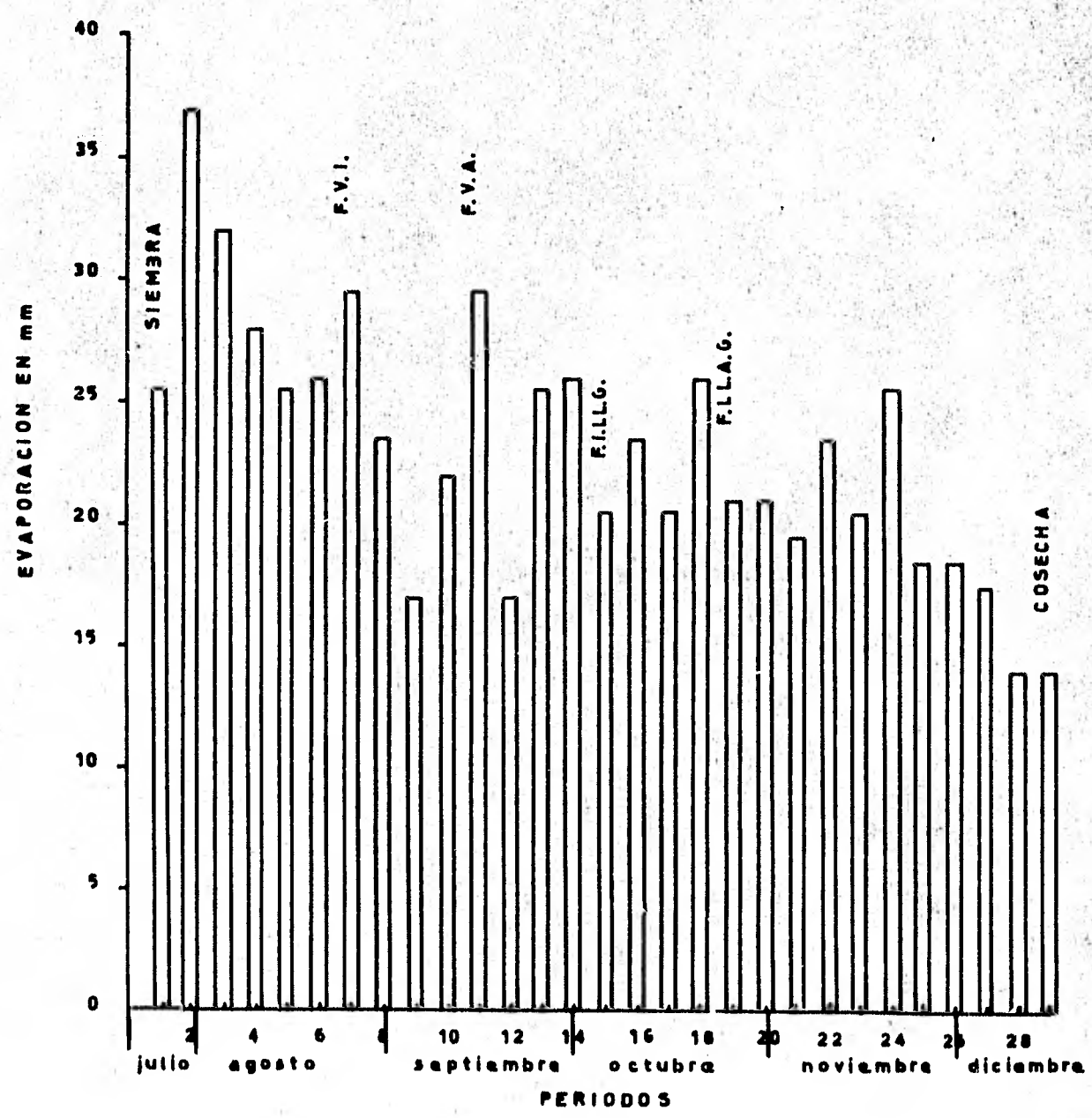


Figura 16 A. Evaporación por períodos de 5 días y por etapas fenológicas, del 14 de julio al 10. de diciembre - de 1981. Localidad Rufz.

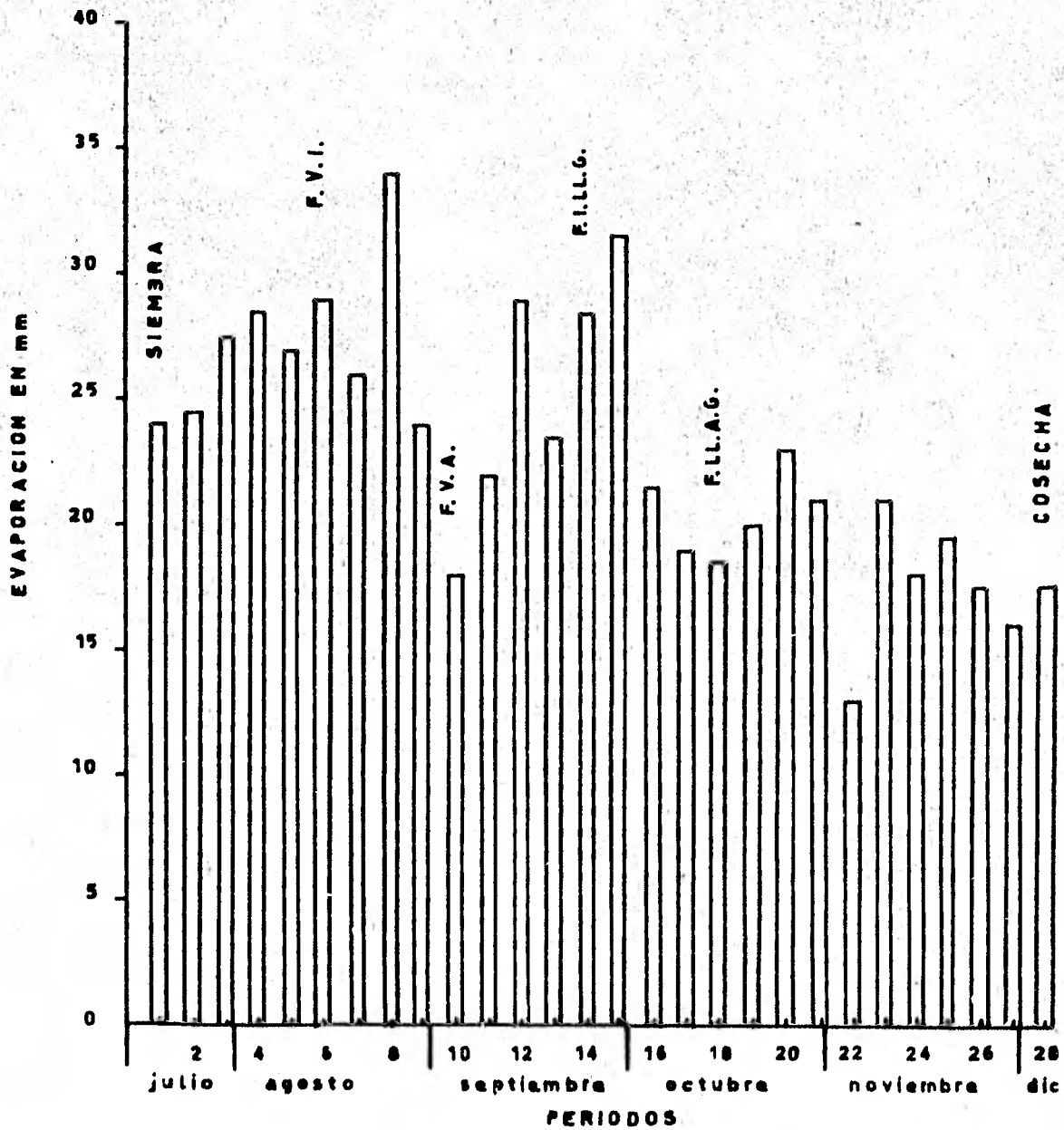


FIGURA: 17A. RENDIMIENTO MEDIO POR LOCALIDAD. CICLO AGRICOLA, P-V 1981.

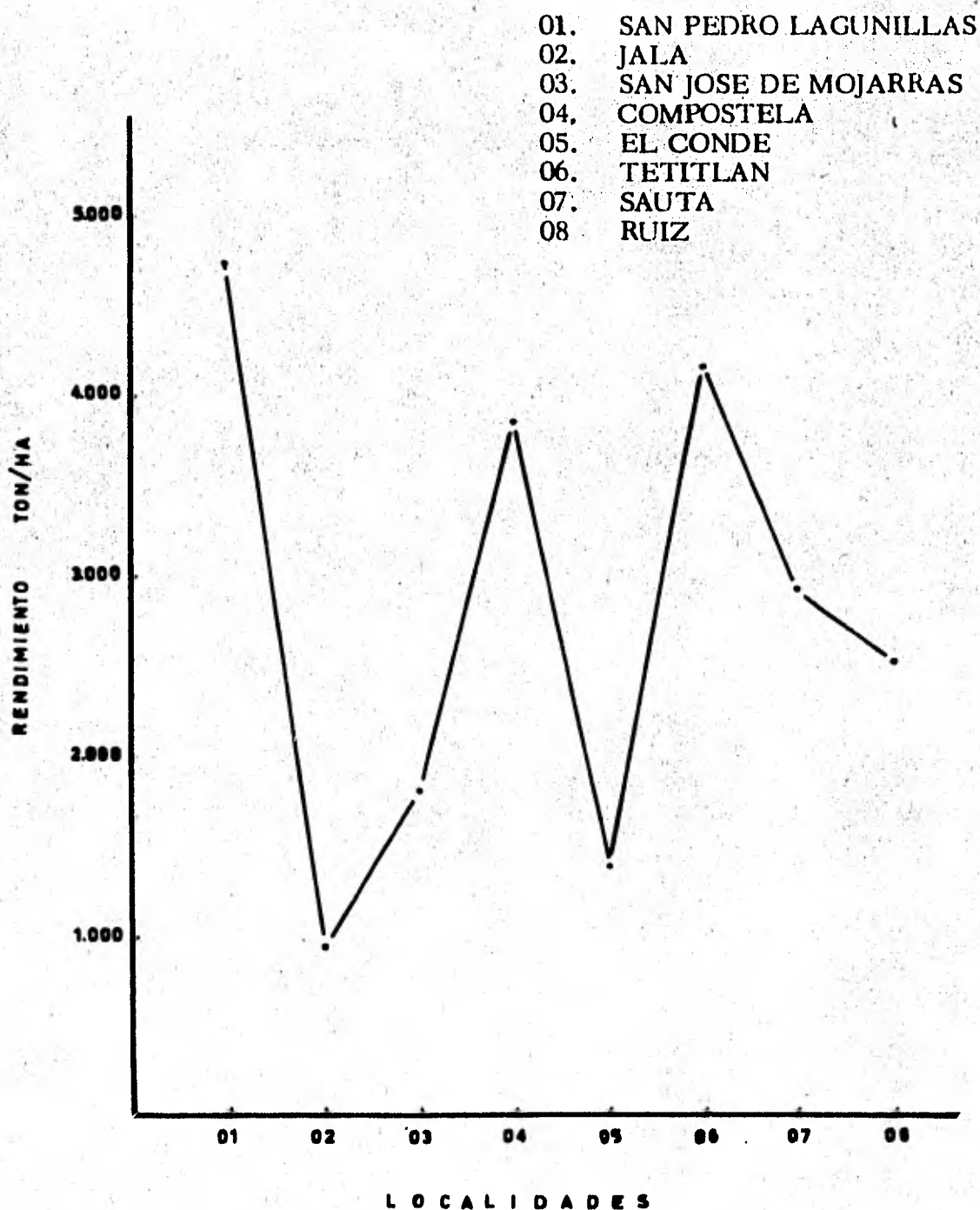


FIGURA : 18A. RENDIMIENTO MEDIO DE LAS VARIEDADES, EN EL AGROSISTEMA DE SUELOS DE HUMEDAD RESIDUAL EN TEMPORAL. P-V 1981.

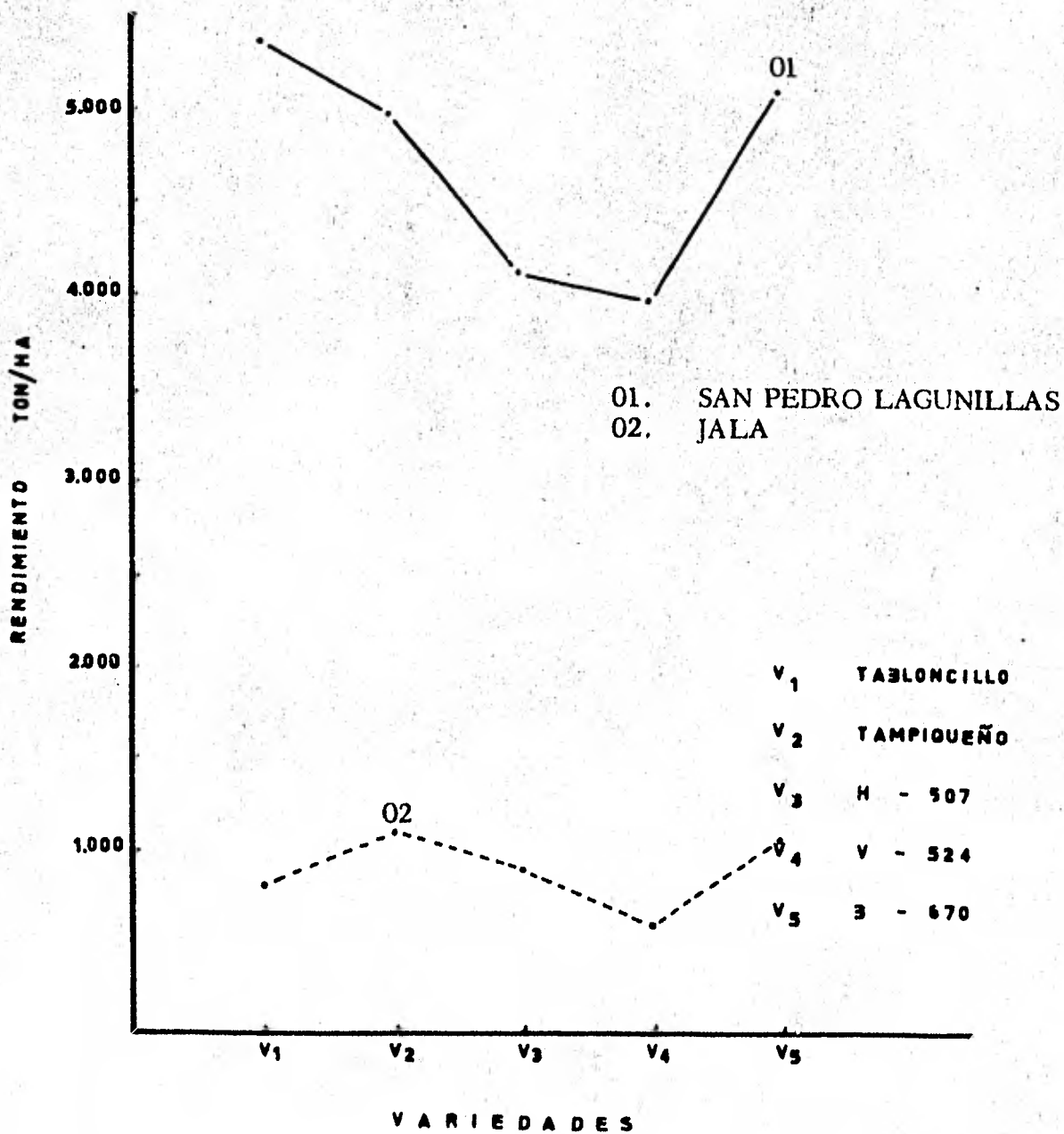


FIGURA : 19A. RENDIMIENTO MEDIO DE LAS VARIEDADES, EN EL AGROSISTEMA DE SUELOS CAFE-ROJIZOS DE VALLES. P-V 1981.

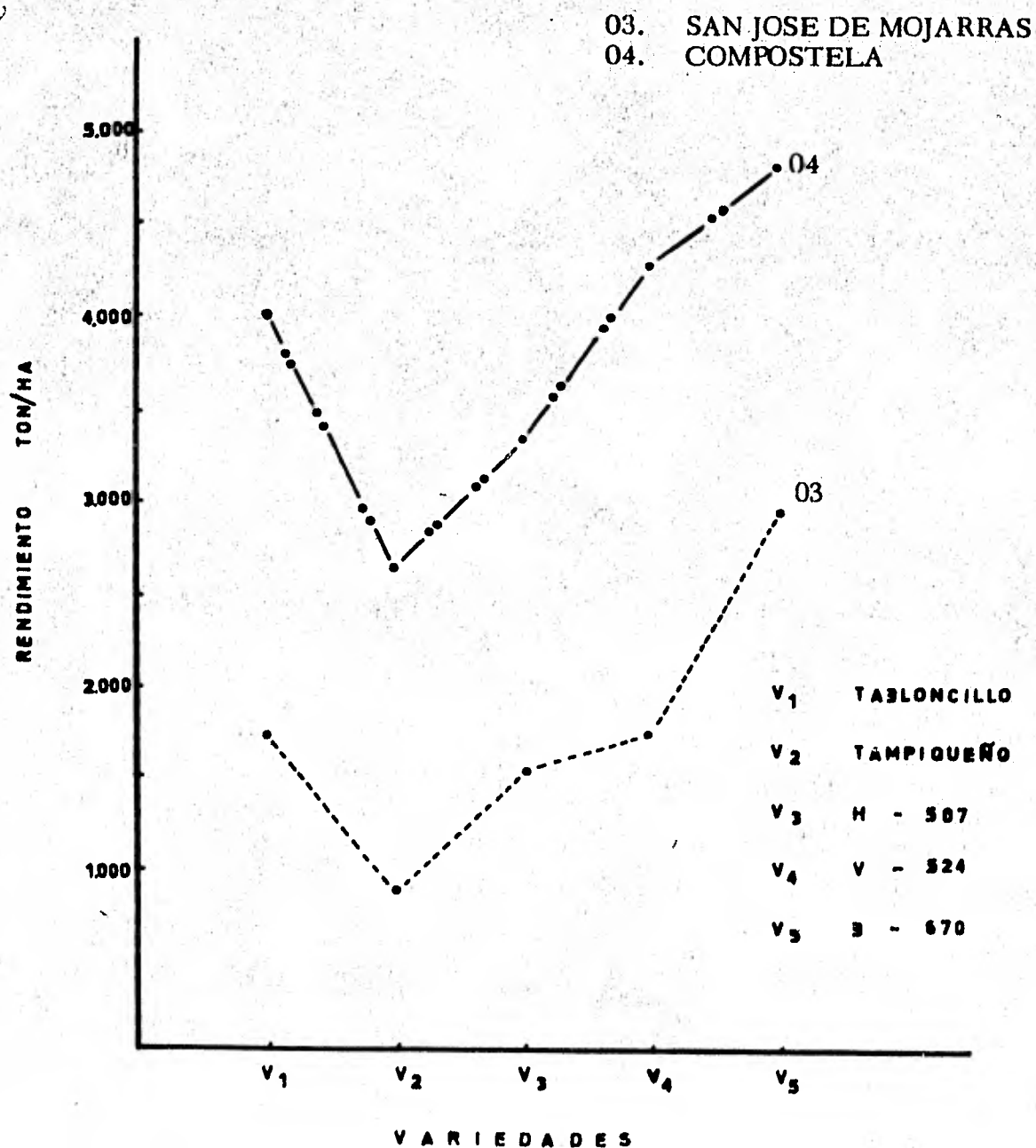


FIGURA : 20A. RENDIMIENTO MEDIO DE LAS VARIEDADES, EN - EL AGROSISTEMA DE SUELOS NEGROS. P-V 1981.

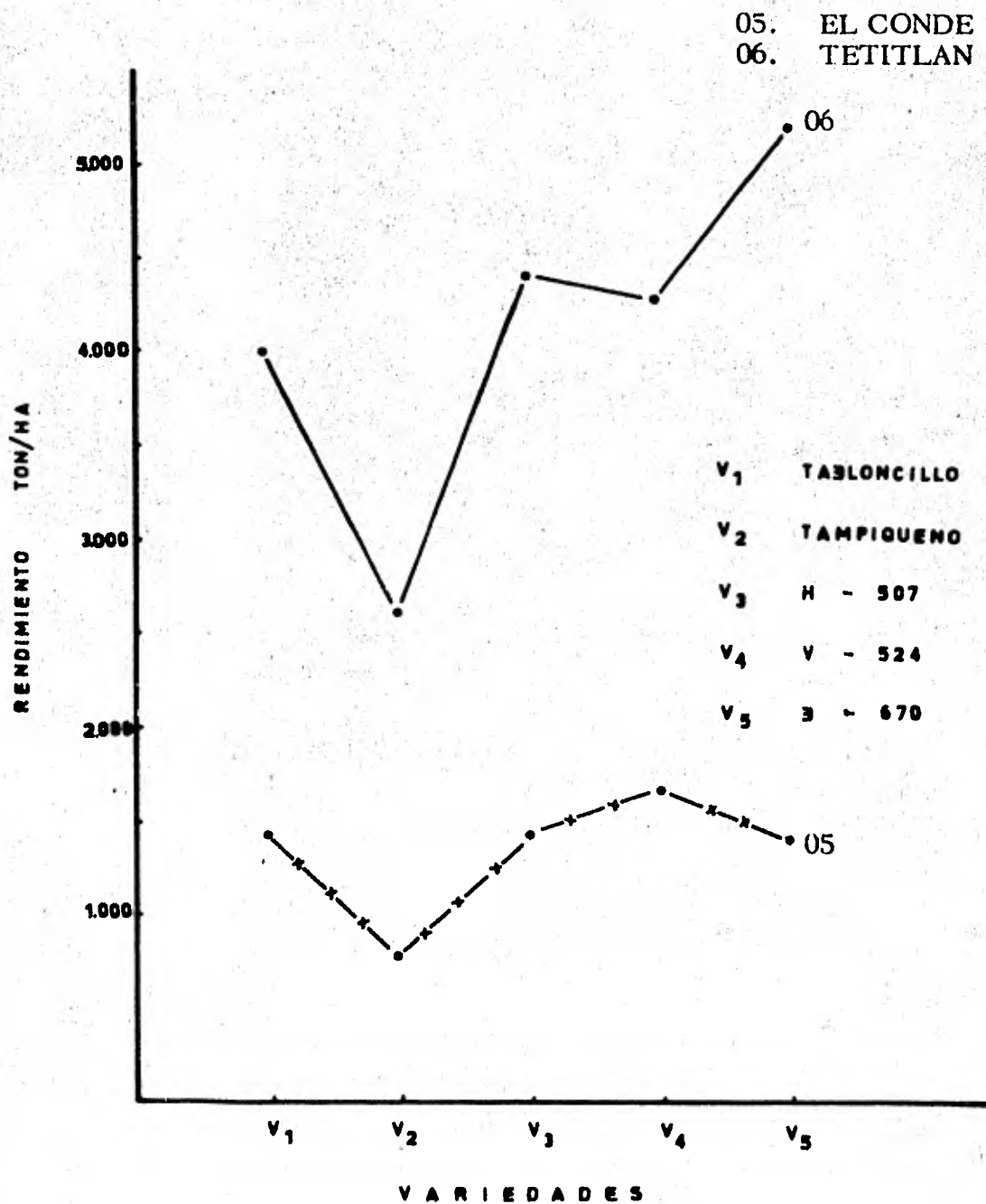
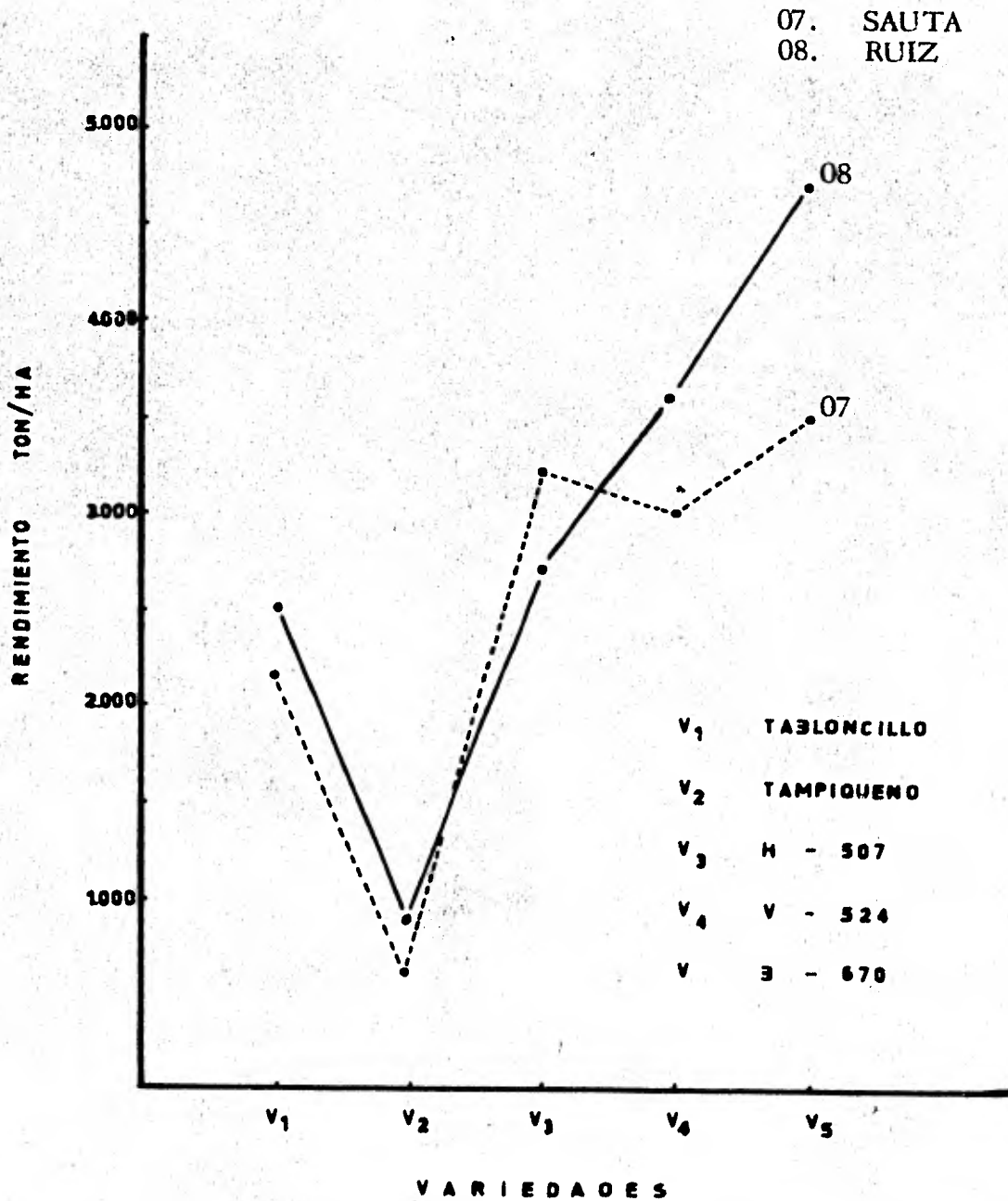


FIGURA : 21A.

RENDIMIENTO MEDIO DE LAS VARIETADES, EN -  
EL AGROSISTEMA DE SUELOS CAFE-ROJIZOS DE  
LA COSTA. P-V 1981.





CUADRO 1 A : CARACTERISTICAS DE LOS PERFILES DESCRITOS EN LA REGION DE ESTUDIO.

LOCALIDAD : SAN PEDRO LAGUNILLAS

#### Caracterización del suelo.

Son suelos de origen coluvial; profundos; presentan contrastes entre sus capas. El estrato superficial es de color grisáceo oscuro, de textura franco. Estos suelos son de mediana fertilidad, son bajos en contenido de materia orgánica ( 1.1 % ), permeabilidad moderada, alta capacidad de retención de humedad y de reacción ligeramente ácida ( pH 6.1 ).

Ocupan terrenos con pendientes moderadas en los lomeríos. Generalmente el relieve de estos suelos es ligeramente ondulado.

#### Descripción del perfil :

- Apl. 0 a 20 cm; grisáceo oscuro en seco; franco ( 49-35-15 ); estructura debilmente desarrollada, migajosa; seco; consistencia ligeramente duro; sin piedras; permeabilidad moderada; materia orgánica mezclada ( 1.27 % ); raíces raras ( 5/3 dm<sup>2</sup> ) finas ( 1 mm Ø ); pH 5.9; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada y ondulada.
- A21. 20 a 50 cm; grisáceo claro; franco ( 43-39-17 ); estructura debilmente desarrollada; seco; consistencia duro; sin piedras; permeabilidad moderada; materia orgánica mezclada ( 1.0 % ); raíces muy raras ( 1/3 dm<sup>2</sup> ) finas - -

## Continuación Cuadro 1 A.

- ( 1 mm  $\phi$  ); pH 6.3; sin reacción al HCl; transición al siguiente estrato tenue y ondulada.
- A22. 50 a 85 cm; grisáceo claro; franco ( 39-41-19 ); estructura debilmente desarrollada; ligeramente húmedo; consistencia friable; sin piedras; permeabilidad moderada; materia orgánica mezclada ( 0.80 % ); raíces ausentes; pH 6.5; sin reacción al HCl; transición al siguiente estrato medio y ondulada.
- B2. 85 a 115 cm; oscuro; franco ( 41-37-21 ); estructura moderadamente desarrollada; húmedo; consistencia - - friable pegajoso; sin piedras ( 1 % ); Argilanes, Sesquian y Mangan; permeabilidad moderada; materia orgánica - mezclada ( 0.87 % ); raíces muy raras ( 1/3 dm<sup>2</sup> ); pH 6.7; sin reacción al HCl; transición al siguiente estrato marcado y ondulada.
- C. 115 a 150 cm; café; migajón arcillo-arenoso ( 47-25-27 ); estructura debilmente desarrollada; húmedo; consistencia muy friable, ligeramente pegajoso; sin piedras (1%), grava ( 2 mm  $\phi$  ); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zonales; permeabilidad rápida; materia orgánica mezclada ( 0.66 % ); sin raíces; pH 6.75; sin reacción al HCl.
- Drenaje del perfil : Bien drenado .
- Clasificación ( 7a. aproximación ) : Orden Alfisol  
Suborden Ustalfs

Continuación Cuadro 1 A.

LOCALIDAD : JALA

Caracterización del suelo.

Suelos derivados de cenizas volcánicas recientes; profundos; textura migajón arenosa; mediana capacidad de retención de humedad y rápida permeabilidad. Su grado de fertilidad es bajo; contienen fragmentos de vidrios volcánico y posible presencia de alofano.

Estos suelos ocupan terrenos de topografía plana.

Descripción del perfil :

- A1. 0 a 60 ; grisáceo oscuro; arena migajonosa ( 80-10-10 ); sin estructura, granular simple; seco; consistencia suelto; ligeramente pedregoso ( 1 a 5 % ), basalto, ceniza volcánica y cálida; permeabilidad rápida; materia orgánica mezclada ( 0.30 % ); raíces raras ( 4/3 dm<sup>2</sup> ), delgadas ( 2 mm  $\phi$  ); pH 6.4 ; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato tenue y ondulada.
- C. 60 - 90; grisáceo oscuro en húmedo; arena migajonosa - ( 75-19-4 ); sin estructura, granular simple; ligeramente húmedo; consistencia suelto; muy pocas piedras ( 1% ); toba , piedra pomez; permeabilidad rápida; M.O. mezclada ( 0.13 % ); raíces no hay; pH 6.4; sin reacción al Hcl.

Continuación Cuadro 1 A.

Drenaje del perfil : Bueno

Clasificación ( 7a. aproximación ) ORDEN : Inceptisol  
Suborden: Andepts.

LOCALIDAD : SAN JOSE DE MOJARRAS

#### Características del suelo.

Suelos derivados de material parental mixto, constituyentes de minerales ferromagnesianos ( anfíboles y piroxenos ); profundos; el estrato superficial es de color rojo-amarillento; textura arcillosa; baja permeabilidad y alta capacidad de retención de humedad. Estos suelos son de baja fertilidad; su porcentaje de saturación de bases es menor del 35% y su contenido de M.O. es pobre ( 1.5 % ); presentan reacción muy ácida ( 4.7 ); - son ricos en magnesio.

Generalmente el relieve de estos suelos es ligeramente ondulado, - con pendientes menores del 10 % .

#### Descripción del perfil :

Apl. 0 a 20 cm; rojo-amarillento en seco; arcilloso ( 19-11-69 ); estructura moderadamente desarrollada; seco; consistencia ligeramente duro; sin piedras; permeabilidad lenta; materia orgánica mezclada ( 2.0 % ); raíces raras ( 5/3 dm<sup>2</sup> ) delgadas ( 2 mm  $\phi$  ); pH 4.76; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada y horizontal.

## Continuación Cuadro 1 A .

- A2. 20 a 60 cm; rojo-amarillento en seco; arcilloso - - ( 23-13-63 ); estructura fuertemente desarrollada; seco; consistencia duro, friable y pegajoso; sin piedras; permeabilidad lenta; materia orgánica mezclada ( 1.2 % ); raíces muy raras ( 1/3 dm<sup>2</sup> ), finas ( 1 mm  $\phi$  ); pH 4.8; sin reacción al Hcl; concreciones manganíferas ( menor 1 % ); transición al siguiente estrato, tenue y ondulada.
- B2. 60 a 100 cm ; rojo oscuro en húmedo; arcilloso ( 21-15-63 ); estructura fuertemente desarrollada; seco; consistencia duro; firme; muy pegajoso; sin piedras; permeabilidad lenta; materia orgánica mezclada ( 0.54 % ); cutanes de Fe y Mn, zonales; raíces no hay; pH 5.3; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, tenue, ondulado.
- C. 100 a 150 cm; rojo oscuro en húmedo; arcilloso ( 25-15-59 ); estructura fuertemente desarrollada; seco; consistencia duro; firme, muy pegajoso; sin piedras; permeabilidad lenta; materia orgánica mezclada ( 0.26% ); acumulación de sulfatos; raíces no hay; pH 5.3; sin reacción al Hcl.

Drenaje del perfil : Bien drenado.

Clasificación ( 7a. aproximación ) ORDEN: Ultisol  
Suborden Ustults

Continuación Cuadro 1 A.

LOCALIDAD : COMPOSTELA

Caracterización del suelo .

Suelos derivados de material parental igneo, constituyente de minerales ricos en calcio, magnesio y fierro ( anfíboles y piroxenos ); profundos; el estrato superficial es de color café-rojizo; textura arcillosa; baja permeabilidad y alta capacidad de retención de humedad. Estos suelos son de media fertilidad; su capacidad de intercambio catiónico es de 19.9 Meg/100g de suelo, son ricos en calcio y magnesio; su contenido de materia orgánica es pobre ( 1.0% ) y su reacción es medianamente ácida ( 5.2 ).

La topografía del terreno muestra pendientes máximas del 10 % .

Descripción del perfil :

Apl. 0 a 20 cm; café-rojizo en seco; arcilloso ( 21-17-61); estructura fuertemente desarrollada; seco; consistencia extremadamente duro; firme y pegajosa; sin piedras; permeabilidad lenta; M.O. mezclada ( 1.54 % ); raíces comunes (  $10/3 \text{ dm}^2$  ), delgadas ( 3 mm  $\phi$  ); pH 4.8; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada y horizontal.

A2. 20 a 65 cm; café-amarillento en húmedo; arcilloso ( 23-11-65 ); estructura fuertemente desarrollada, poliédrica angular; ligeramente húmedo; consistencia firme,

## Continuación Cuadro 1 A.

pegajoso; sin piedras; cutanes de Fe; zonales; permeabilidad lenta; M.O mezclada ( 0.80 % ); rafces muy raras (  $1/3 \text{ dm}^2$  ); delgadas ( 3 mm  $\phi$  ); pH 5.8; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, tenue horizontal.

Bt 65 a 115 cm; café-rojizo; arcilla ( 33-93-57 ); estructura fuertemente desarrollada, bloques; ligeramente húmedo; consistencia firme; pegajoso; sin piedras; argilanes y nodulos de carbón; permeabilidad lenta; M.O. - - mezclada ( 0.53% ); rafces muy raras (  $1/3 \text{ dm}^2$  ); finas ( 1 mm  $\phi$  ); pH 5.9; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada, horizontal.

C. 115 a 150 cm; café claro; arcilla ( 23-11-65 ); estructura moderadamente desarrollada; ligeramente húmedo; consistencia friable, pegajoso; sin piedras; permeabilidad lenta; M.O mezclada ( 0.26 % ); rafces no hay; pH 5.9 ;sin reacción al Hcl.

Drenaje del perfil : Bien drenado .

Clasificación ( 7a aproximación ) ORDEN : Alfisol  
Suborden Xeralfs

Continuación Cuadro 1 A .

LOCALIDAD : EL CONDE

#### Caracterización del suelo.

Son suelos de origen igneo, de minerales feldespáticos; moderadamente profundos; pedregosos; presentan un estrato superficial con textura arcillosa y color oscuro; baja permeabilidad y alta capacidad de retención de humedad. A medida que se profundiza aumenta el contenido de arcilla y el desarrollo de la estructura y finalmente se presenta un estrato cementado, pardo pálido, con costras blancas, las cuales reaccionan al Hcl.

Estos suelos tienen bajo potencial productivo; su capacidad de intercambio catiónico es de 9.69 Meq/100 g. de suelo y su contenido de M.O es muy pobre ( 0.77 % ); presenta reacción alcalina.

Se localizan en terrenos de topografía plana ondulada con pendientes máximas del 10 % .

#### Descripción del perfil :

Ap. 0 a 30 cm; pardo oscuro; arcilloso ( 27.8-21.8-50.3); estructura fuertemente desarrollada; seco; consistencia extremadamente duro; firme y pegajoso; ligeramente - pedregoso ( 1 al 5 % ); piedras medias ( 5 a 10 cm ) ; - permeabilidad lenta; materia orgánica mezclada ( 0.93%) raíces muy raras (  $1/3 \text{ dm}^2$  ), delgadas ( 2 mm  $\phi$  ); pH 6.5; reacción audible al Hcl; transición al siguiente es-



## Continuación Cuadro 1 A.

- trato, marcada y ondulada.
- AC. 30 a 60 cm; pardo; arcilloso ( 9.8 - 15.8 - 74.3 ); estructura fuertemente desarrollada; seco; consistencia extremadamente duro, firme, muy pegajosa; pedregoso ( 5 al 20 % ); piedras medias ( 5 a 10 cm ); permeabilidad lenta; materia orgánica mezclada ( 0.60 % ) raíces muy raras ( 1/3 dm<sup>2</sup> ); pH 8.4; reacción audible al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada horizontal.
- C. 60 a 80 cm; pardo claro; arcilloso ( 39.8-15.9-44.3 ); estructura debilmente desarrollada; seco; consistencia suelto; muy friable, ligeramente pegajoso; extremadamente pedregoso ( 50 % ); piedras medias ( 5 a 10 cm ); permeabilidad lenta; materia orgánica mezclada ( 0.20%) sin raíces; pH 8.7; ligera reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, media, horizontal.
- R. 80 a 110 cm; lecho rocoso; reacción al Hcl.

Clasificación ( 7a. aproximación ) ORDEN : Vertisol  
Suborden: Usterts

Continuación Cuadro 1 A.

LOCALIDAD : TETITLAN

### Caracterización del suelo.

Suelos derivados de material mixto de origen aluvial; profundo; el estrato superficial es de color oscuro, textura migajó-arenosa, alta permeabilidad y mediana capacidad de retención de humedad. Estos suelos son de mediana fertilidad, son ricos en potasio y magnesio; su contenido de M.O. es muy pobre ( 0.73 %) y su reacción es ligeramente ácida ( 6.3).

La topografía del terreno es plan, con pendientes máximas del 3 %.

### Descripción del perfil :

Apl. 0 a 20 cm; oscuro, migajón-arenoso ( 59.8 - 29.8 - 10.3) debilmente desarrollada; seco; consistencia blanco; muy friable; no pegajoso; sin piedras; permeabilidad rápida; M.O. mezclada ( 0.93 %); raíces pocas ( 5/3 dm<sup>2</sup>); finas ( 1 mm  $\phi$  ); pH 6.2 ; ligera reacción al HCl; transición al siguiente estrato, marcada y ondulada.

Al. 20 - 40 cm; grisáceo; franco ( 51.8 - 31.8 - 12.3 ) : debilmente desarrollada; seco; consistencia blanda, muy friable , no pegajoso; ligeramente pedregoso ( 5 %), - - grava ( 2 mm  $\phi$  ); permeabilidad rápida ; M.O. mezclada ( 0.53 %) raíces raras ( 3/3 dm<sup>2</sup>); pH 6.4; sin reacción

## Continuación Cuadro 1 A.

- al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada y ondulada.
- C1.** 40 a 60 cm; grisáceo; migajón-limoso ( 25.8 - 61.8 - 12.3 ); debilmente desarrollada; seco; consistencia duro; firme, ligeramente pegajoso; sin piedras; permeabilidad rápida; M. O. mezclada ( 0.23 % ); raíces raras ( 3/3 dm<sup>2</sup> ) pH 6.8; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada y ondulada.
- IIC2** 60 a 105 cm; grisáceo; migajón-arenoso ( 75.8 - 17.8 - 6.3 ); debilmente desarrollada; seco; consistencia suelto ligeramente pegajoso; sin piedras; permeabilidad rápida; sin M. O. ; sin raíces; sin reacción al Hcl; pH 6.9; transición al siguiente estrato, marcada y ondulada.
- IIIC3** 105 a 120; grisáceo; migajón-limoso ( 27.8 - 61.8 - 10.3 ) ligeramente desarrollada; ligeramente húmedo; consistencia muy friable, ligeramente pegajoso; sin piedras; permeabilidad rápida; sin M. O. ; sin raíces; sin reacción al Hcl; pH 7.1; transición al siguiente estrato, marcada y horizontal.
- IVC4** 120 - 150 ; grisáceo; migajón-arenoso ( 69.8 - 23.8 - 6.3 ); sin estructura, ( granular ); ligeramente húmedo; consistencia suelto; no pegajoso; sin piedras; permeabi-

Continuación Cuadro 1 A.

lidad rápida; sin M.O. ; sin raíces; sin reacción al HCl;  
pH 7.0 .

Clasificación ( 7a. aproximación ) ORDEN : Entisol  
Suborden : Fluvent

LOCALIDAD : SAUTA

#### Caracterización del suelo .

Suelos derivados de material parental igneo básico, constituyentes de minerales ferromagnesianos; profundos; el estrato superficial es de color café-rojizo; textura arcillosa; baja permeabilidad y alta capacidad de retención de humedad. Estos suelos son de mediana fertilidad; su capacidad de intercambio catiónico es de 16.7 Meq/100 g de suelo, son ricos en calcio y magnesio; su contenido de materia orgánica es pobre ( 1.19% ) y su reacción es ligeramente ácida ( 6.5 ) .

La topografía del terreno es ondulada, con pendiente máximas del -  
5 % .

Apl 0 a 20 cm; café-rojizo; arcilla ( 13.3-19.3-67-4 ); fuertemente desarrollado; seco; consistencia dura, firme y pegajosa; sin piedras; permeabilidad lenta; M.O. mezclada ( 1.5 % ); raíces muy raras ( 1/3 dm<sup>2</sup> ); pH 6.3 ; sin reacción al HCl; transición al siguiente estrato, mar

## Continuación Cuadro 1 A.

cada y horizontal.

Bt 20 a 80 cm; café-rojizo; arcilla ( 12.3-17.3-67.4 ); - - fuertemente desarrollado; ligeramente húmedo; consistencia firme, pegajosa; sin piedras; permeabilidad lenta; M.O. mezclada ( 1.0 % ); sin raíces; pH 6.5; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, tenue y ondulada.

C 80 a 125 cm; café-rojizo; arcilla ( 21.3-15.3-63.4 ); moderadamente desarrollada; ligeramente húmedo; consistencia firme, pegajoso; sin piedras; permeabilidad - lenta; M.O. mezclada ( 0.53 % ); sin raíces; pH 6.4; sin reacción al Hcl.

Clasificación ( 7a. aproximación ) ORDEN : Alfisol  
Suborden : Ustalfs

LOCALIDAD : RUIZ

Caracterización del suelo.

Suelos derivados de minerales feldespáticos; profundos; presentan un estrato superficial con textura migajón arcillosa y color oscuro; baja permeabilidad y alta capacidad de retención de humedad. A medida que se

## Continuación Cuadro 1 A .

profundiza aumenta el contenido de arcilla y el desarrollo de la estructura y finalmente se presenta un estrato formado de material fragmentado de color pardo oscuro, con costras blancas, las cuales reaccionan al Hcl.

Estos suelos son de alto potencial productivo, su CIC es de 35.6 Meq/100 g de suelo y su contenido de materia orgánica es de 2.0 %; presenta una reacción ligeramente ácida ( 6.4 ).

Se localiza en terrenos planos, con pendientes máximas del 2 % .

## Descripción del perfil :

- Apl 0 - 20 cm; oscuro; migajón-arcilloso ( 17.8-31.8-50.3 ) estructura fuertemente desarrollada; seco; consistencia dura, firme y pegajoso; pocas piedras ( 1 % ); permeabilidad lenta; M.O. mezclada ( 2.07 % ); raíces raras ( 3/3 dm<sup>2</sup> ); pH 6.4; sin reacción al Hcl; transición al siguiente estrato, marcada y ondulada.
- B2t 20 a 115 cm; oscuro; arcilloso (13.8 - 33.8 - 52.3 ) ; estructura muy fuertemente desarrollada, poliédrica - angular; seco; consistencia duro, firme y pegajoso; Argilánas, discontinuas; ligeramente pedregoso ( 1% ); permeabilidad lenta; M O. mezclada ( 0.73 % ); sin raíces; pH 7.4 ; reacción audible al Hcl; transición al siguiente

## Continuación Cuadro 1. A.

estrato, marcada y horizontal.

Ccq 115 a 150 cm; pardo oscuro; material fragmentado; -  
reacción  $H_2O_2$ ; ligeros fragmentos de color blanco con  
reacción al Hcl.

Bien drenados.

Clasificación ( 7a. aproximación ) ORDEN : Vertisol  
Suborden : Uderts.

Cuadro 2 A. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento en los ocho sitios experimentales. P-V 1981.

F - V	G. L.	San Pedro Lagunillas	J a l a	San José de Mojarras	Compos- tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Rufz
Repeticiones	3	4,454,043.9	2,198,921.88	1,873,914.00	2,604,845.1	1,630,785.29	9,454,972.8*	1,017,035.6	13,677,310.4*
Fertilización	2	30,251,390.9*	163,502.48	5,987,081.85	17,760,448.7*	190,671.22	15,546,262.1*	1,789,692.2	11,376,299.7*
Error "a"	6	1,046,370.8	2,350,052.48	2,410,317.52	575,972.5	1,151,243.64	909,137.7	778,664.8	1,834,821.5
Variedades	4	4,681,834.4*	511,476.46	6,929,846.11*	9,985,094.2*	1,144,805.43*	10,936,077.4*	24,923,691.6*	16,087,366.5*
Interacción fer- tilización por variedades	8	778,401.7	80,427.85	435,578.0	981,565.8*	131,289.38	457,480.4	325,891.5	2,956,688.0
Error "b"	36	471,149.0	452,214.48	536,741.01	262,553.1	363,206.80	540,669.9	518,133.3	1,566,569.6

129

Efecto significativo al 5%



Cuadro 3 A. Cuadrados medios del análisis de varianza para altura de planta en los ocho sitios experimentales. P-V 1981.

F - V	G.L.	San Pedro Lagunillas	J a l a	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Rufz
Repeticiones	3	694.5	20,726.88	3,443.48	892.37	3,908.97	2,989.35	2,390.84*	3,112.57
Fertilización	2	437.7	3,575.31	9,505.06	6,929.01*	588.05	3,961.26	1,613.21*	2,785.65
Error "a"	6	706.7	17,985.07	2,708.55	504.77	978.29	1,016.93	227.72	1,168.09
Variedades	4	21,867.4*	44,704.85*	6,790.43*	10,183.55*	5,935.89*	19,802.44*	8,879.85*	17,779.37
Interacción fer- tilización por variedades	8	585.5	4,193.29	423.98	754.43	295.45	165.45	250.50	156.65
Error "b"	36	651.7	5,445.42	370.81	367.98	279.63	318.68	692.66	382.49

Efecto significativo al 5%

Cuadro 4 A. Cuadrados medios del análisis de varianza para altura de mazorca en los ocho sitios experimentales. P-V 1981.

F - V	G.L.	San Pedro Lagunillas	J a l a	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Rufz
Repeticiones	3	507.6	743.66	198.46	320.19	1,260.84	1,137.11	605.44	1,504.68
Fertilización	2	589.6	4,231.26	10,060.51*	8,109.71*	281.26	4,208.31*	845.11	86.45
Error "a"	6	408.7	8,101.24	1,934.98	99.42	873.24	558.69	238.42	678.98
Variedades	4	13,220.3*	22,213.06*	4,184.31*	10,105.06*	6,484.04*	19,230.10*	6,862.33*	12,039.39*
Interacción fertilización por variedades	8	769.4	6,364.39	498.26	459.52	135.32	264.08	305.53	409.55
Error "b"	36	729.9	5,945.27	613.22	220.97	233.55	130.23	193.71	357.52

131

Efecto significativo al 5%

Cuadro 5A. Cuadrados medios del análisis de varianza para número de hilera por mazorca en los ocho sitios experimentales. P-V 1981.

F - V	G.L.	San Pedro Lagunillas	J a l a	San José de Mojarras	Compos tela	El Conde	Tetitlán	Sauta	Rufz
Repeticiones	3	10.4	112.86	1.71	1.26*	2.22	0.68	0.19	4.99
Fertilización	2	0.8	44.60	2.91	5.60*	0.46	3.20	0.80	4.55
Error "a"	6	2.4	92.97	0.89	0.17	2.15	0.73	0.17	1.46
Variedades	4	2.7	30.50	41.16*	13.85*	3.72	12.23*	9.45*	10.64*
Interacción fer- tilización por variedades	8	0.8	29.72	7.72	1.74	1.67	2.03	1.57	4.02*
Error "b"	36	3.7	29.93	7.43	1.37	2.30	1.24	1.37	1.11

Efecto significativo al 5%

Cuadro 6 A. Cuadrados medios del análisis de varianza para número de granos por hilera en los ocho sitios experimentales. P-V 1981

F - V	G. L.	San Pedro Lagunillas	J a l a	San José de Mojarra	Compo g tela	El Conde	Tethtlán	Sauta	Rufz
Repeticiones	3	5.8	335.48	252.95	34.44	122.20	36.59*	16.28	107.79
Fertilización	2	189.2	229.65	223.71	2.06	129.21	73.01*	2.45	122.15
Error "a"	6	52.2	379.91	83.85	63.31	92.35	4.32	8.93	102.86
Variedades	4	9.8	319.83	132.29*	248.85	81.85	24.69	23.04	29.26
Interacción fer- tilización por variedades	8	19.9	191.79	35.84	125.48	119.94	27.70	6.42	33.25
Error "b"	36	16.0	164.95	45.86	128.23	90.49	25.88	14.1	23.60

Efecto significativo al 5%

Cuadro 7 A. Principales características en relación al desarrollo de los experimentos.

Sitio Experimental	Separac. surcos ( cm )	Fecha siembra	Fecha aclareo	1ra. Aplic. N y P	2da. Aplic.	Fecha F.V.I.	Fecha F.V.A.	Fecha F.I. II. gr.	Fecha F.II. a. gr.	Ciclo veget. ( días )
San Pedro Lagunillas	66	19/V/81	15 Jun.	30 Jun.	28 Jul.	22 Jun.	17 Jul.	10 Ago.	24 Sept.	146
J a l a	75	20/V/81	No	6 Jul.	23 Jul.	22 Jun.	15 Jul.	21 Ago.	18 Sept.	142
San José de Mojarras	69	3/VII/81	31 Jul.	Siembra	6 Ago.	3 Ago.	1 <sup>o</sup> Sept.	2 Oct.	22 Oct.	147
Compostela	72	17/VII/81	5 Ago.	Siembra	18 Ago.	18 Ago.	10 Sept.	2 Oct.	22 Oct.	144
El Conde	70	26/VI/81	21 Jul.	Siembra	14 Ago.	21 Jul.	14 Ago.	4 Sept.	7 Oct.	147
Tetitlán	68	13/VII/81	4 Ago.	Siembra	17 Ago.	14 Ago.	2 Sept.	25 Sept.	16 Oct.	140
Sauta	70	20/VII/81	12 Ago.	Siembra	19 Ago.	21 Ago.	10 Sep.	2 Oct.	19 Oct.	139
Rufz	70	14/VII/81	4 Ago.	Siembra	18 Ago.	11 Ago.	28 Ago.	10 Sept.	9 Oct.	137

**Cuadro 8 A. \* Prueba de Tukey**

---

$$W = q (P, \text{g.l.e.}) S_{\bar{x}}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

$$S^2 = C M E$$

$$r = \frac{\text{Total de Unidades Experimentales}}{\text{Número de Medias a Probar}}$$

$$q = \text{Rango stundizado ( Ver tabla de Tukey )}$$

$$P = \text{Total de medias a probar}$$

$$\text{g.l.e.} = \text{grados de libertad del error experimental}$$

---

\* Consultar bibliografía: Reyes Castañeda.

CUADRO 9A. COEFICIENTES DE CORRELACION SIMPLE DE 2 A 2 ENTRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO, DE SITIO Y EL RENDIMIENTO DE GRANO.

	REND	ALT	AMZ	NHII	NGRII	pII	N	P	I	M	O	A	T	C	L	D	Ps <sub>1</sub>	Ps <sub>2</sub>	Ps <sub>3</sub>	Ps <sub>4</sub>	Ps <sub>5</sub>	LM	CE
REND	1.000	0.773	0.298	0.410	0.406	-0.221	-0.211	-	-	-0.258	-	-	-0.157	0.205	-	0.192	-	-0.175	-	-	0.498	0.413	-
ALT		1.000	0.646	0.449	0.388	-	-	-0.291	0.201	-	0.369	-0.296	-	0.377	-	0.480	0.216	-	0.240	0.203	0.668	0.321	-
AMZ			1.000	0.288	0.210	-	-0.177	-	-	-	-	-	-	0.220	-	0.254	-	-	-	-	0.400	0.299	-
NHII				1.000	0.579	-	-	-	-	-	0.160	-	-	0.161	-	0.252	-	-	-	-	0.344	0.243	-
NGRII					1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.197	-	-	-	-	0.251	0.238	-
pII						1.000	-0.573	-	0.583	0.581	-0.314	-	-0.157	-	-0.403	0.167	-0.586	-0.387	-0.184	-0.310	-	0.283	0.714
N							1.000	-0.366	-0.166	-0.206	0.408	-0.506	0.614	-	0.770	0.227	0.847	0.874	0.681	0.819	-	-0.550	-0.267
P								1.000	-0.553	-0.411	-0.644	0.857	-0.768	-0.517	-0.593	0.775	-0.497	-0.175	-0.575	-0.649	-0.484	0.211	-
I									1.000	0.965	0.473	-0.591	0.407	0.591	0.207	0.784	-	-	-	0.172	0.508	-	0.564
M										1.000	0.327	-0.454	0.317	0.574	-	0.615	-0.198	-0.172	-	-	0.283	-	0.583
O											1.000	-0.710	0.531	0.783	0.564	0.732	0.539	0.208	0.384	0.597	0.582	-	-0.163
A												1.000	-0.942	-0.528	-0.885	-0.860	-0.711	-0.491	-0.546	-0.745	-0.604	0.380	-
T													1.000	0.325	0.935	0.554	0.769	0.609	0.612	0.690	0.345	-0.054	-
C														1.000	0.304	0.552	-	0.262	-	-	0.644	0.200	-
L															1.000	0.573	0.896	0.590	0.663	0.827	0.857	-0.812	-0.298
D																1.000	0.450	0.282	0.550	0.621	0.861	-	0.370
Ps <sub>1</sub>																	1.000	0.689	0.676	0.805	0.391	-0.516	-0.230
Ps <sub>2</sub>																		1.000	0.598	0.579	-	-0.554	-
Ps <sub>3</sub>																			1.000	0.877	0.381	-0.192	-
Ps <sub>4</sub>																				1.000	0.445	-0.234	-
Ps <sub>5</sub>																					1.000	0.383	0.286
LM																						1.000	0.350
CE																							1.000

136

ESTAS CIFRAS SE OBTUVIERON PARA EL NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE 5% .

CUADRO : 10A. ECUACIONES DE REGRESION PARA CADA UNA DE LAS COMPONENTES EN PLANTA.

$$\text{ALTURA} = 237.53 - 10.40 L + 38.8 D - 141.22 CE + 2.02 T + 2.1A$$

Para esta ecuación se tuvo un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 48 %

$$\text{ALTMAZ} = 183.04 - 2.311 - 3.54 Ps_2 + 1.56 Ps_1 - 10.56 \phi$$

Para esta ecuación se tuvo un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 33 %.

$$\text{NOHIL} = 16.1 - 0.26 L + 0.03 T - 4.93 CE$$

Para esta ecuación se tuvo un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 19 %.

$$\text{NOGRH} = 39.75 - 0.73 L - 19.86 CE + 0.06 T$$

Para esta ecuación se tuvo un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 14 %.